

**Conocimiento, tecnología e innovación en
América Latina y el Caribe: conceptos
fundamentales para entender su relevancia en el
desarrollo de la región**

**Taller: “Innovación para el desarrollo: experiencias, políticas y retos para
América Latina y el Caribe”**

Juan Dolio, 2 a 6 de Mayo, 2011

**Sebastián Rovira
CEPAL - DDPE**

Objetivos de la presentación:

- Identificar las propiedades de la innovación y del conocimiento científico y tecnológico
- La importancia de las instituciones que moldean la generación y difusión en el sistema económico
- Breve panorama de la región en innovación

**Desarrollo, conocimiento e
innovación: conceptos clave**

Algunas premisas sobre el desarrollo

- El desarrollo es un proceso que envuelve grandes cambios cualitativos
- Ver al desarrollo como un proceso multifacético
- ¿Por qué difieren las trayectorias de crecimiento y desarrollo económico?
- ¿Cómo la innovación entra en la investigación sobre las condiciones que permiten el despegar del desarrollo económico de manera auto sustentable?

Acuerdos y desacuerdos en el discurso actual sobre innovación y desarrollo

ACUERDOS: se tiene consciencia que:

- La innovación es una de las variables fundamentales para el proceso de desarrollo económico

DESACUERDOS: no hay consciencia generalizada sobre:

- El proceso de generación y difusión del conocimiento no es lineal (continuidades, discontinuidades, especificidades)
- La innovación requiere incentivos de mercado y de no mercado
- El conocimiento y la tecnología son específicos, están enraizados en los sistemas socio-institucionales. El aprendizaje y la acumulación de conocimiento son fundamentales
- El desarrollo tecnológico se basa en procesos de prueba y error.

La innovación

Innovación (I)

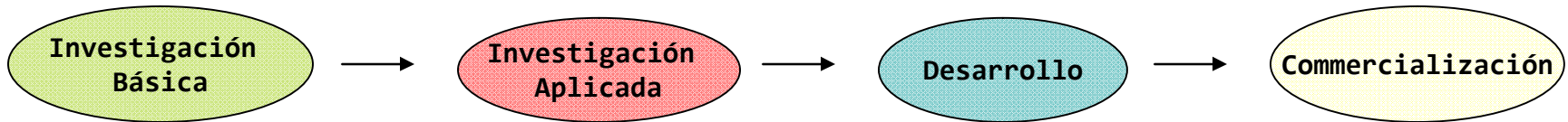
“By changes in the methods of supplying commodities we mean a range of events much broader than the phrase covers in its literal acceptance. We include the introduction of new commodities which may even serve as the standard case. Technological change in the production of commodities already in use, the opening up of new markets or of new sources of supply, Taylorization of work, improved handling of material, the setting up of new business organizations such as department stores - in short, any “doing things differently” in the realm of economic life - all these are instances of what we shall refer to by the term Innovation” (J. Schumpeter)

Innovación (II)

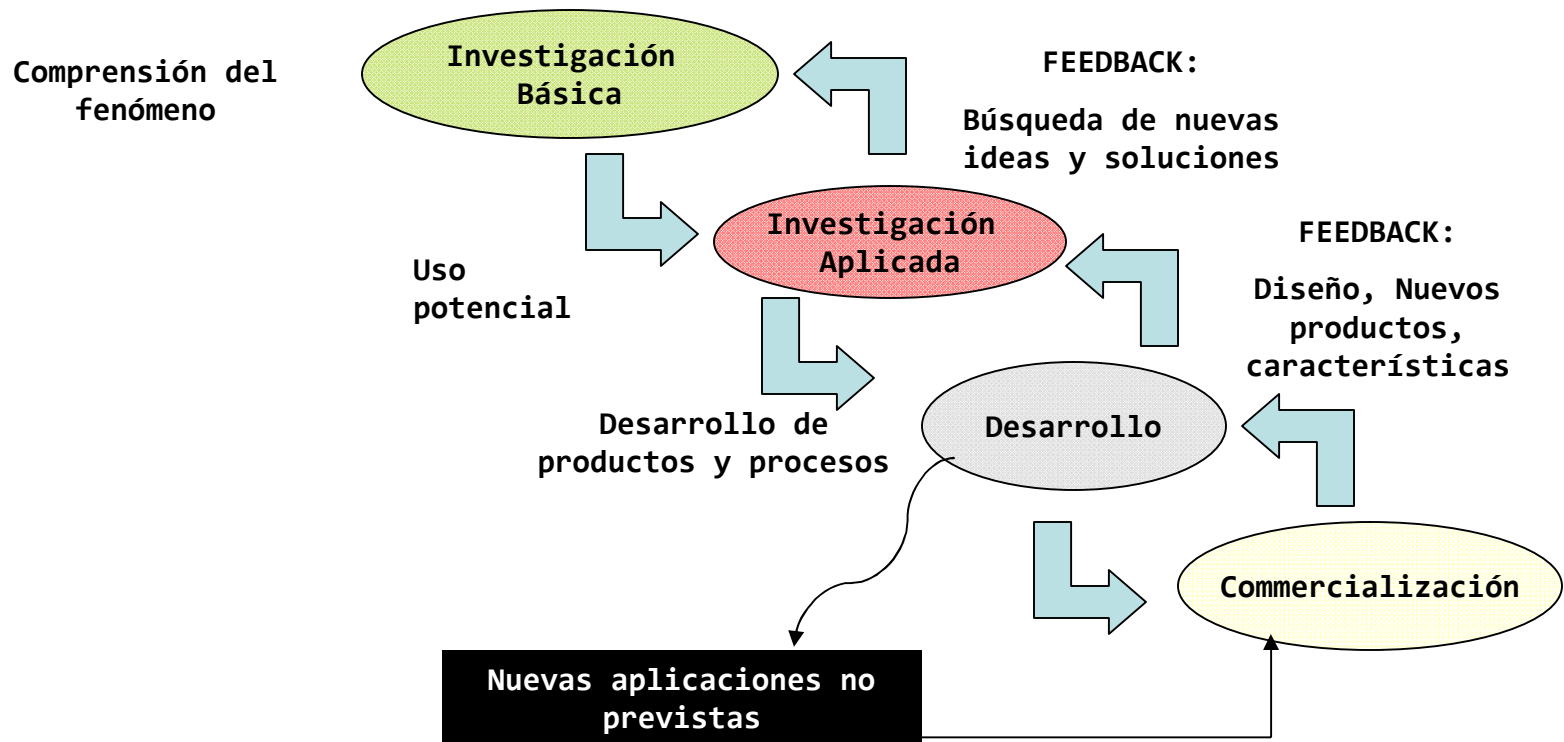
“La innovación es definida como la transformación de una idea en un producto o servicio comercializable, un procedimiento de fabricación o distribución operativa, nueva o mejorada, o un nuevo método de proporcionar un bien o un servicio” (Manual de Oslo).

Dos modelos contrapuestos de la innovación

Modelo de innovación lineal



Modelo de innovación no lineal



Cambio y aprendizaje tecnológico como proceso evolutivo

Avance tecnológico como proceso evolutivo: relacionado a teorías que ven el crecimiento económico como un proceso entrelazado con y dirigido por la innovación tecnológica y organizacional (**perspectiva evolucionista**)

Evolucionista como?

- no hipótesis de fuerte racionalidad
- no noción de equilibrio (procesos de prueba y error)
- cambios incrementales como discontinuidades
- **regularidades/propiedades/rasgos** del avance tecnológico

Rasgos del avance tecnológico

Motor del crecimiento económico

Para el pensamiento evolucionista: la innovación y el conocimiento tecnológico son las variables fundamentales para el proceso de **crecimiento económico**.

Los rendimientos crecientes se derivan de la adopción y difusión de tecnologías

Importancia del avance tecnológico para el crecimiento económico:

- los clásicos:

“... the invention of a great number of machines which facilitate and abridge labour, and enable one man to do the work of many”(A.Smith)

- mainstream: se reduce el interés en el cambio técnico (Modelo de Solow)

- últimas décadas (desde 1980s...): se reaviva el interés por la innovación y difusión de tecnología (vistos como procesos endógenos a mecanismos de competencia económica/visión Schumpeteriana)

“ ...Lookign within the blackbox of technology” (N .Rosenberg)

¿Por que la innovación y el avance tecnológico son importantes para el desarrollo económico?

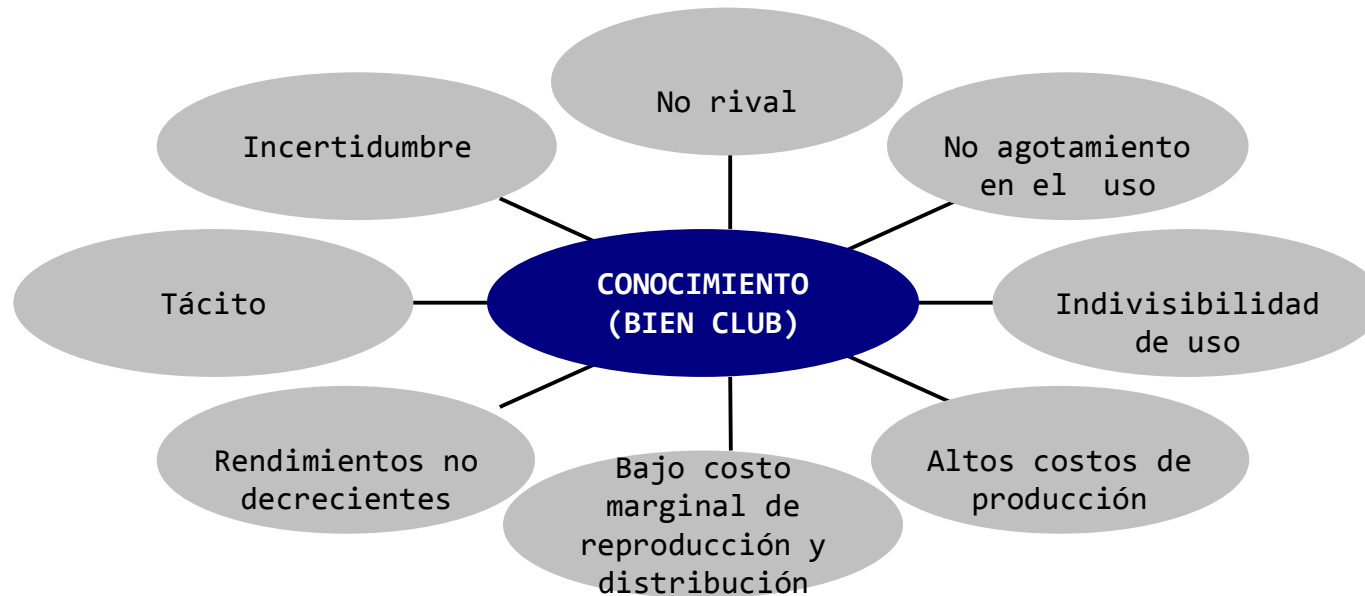
1) Destrucción creativa y evolución de la estructura industrial

*“The opening up of new markets, foreign or domestic, and the organizational development from the craft shop and factory to such concerns as U.S. Steel illustrate the same process of industrial mutation—if I may use that biological term—that incessantly revolutionizes the economic structure from within, incessantly destroying the old one, incessantly creating a new one. This process of **Creative Destruction** is the essential fact about capitalism. It is what capitalism consists in and what every capitalist concern has got to live in.” (J. Schumpeter)*

2) Innovación moldea la generación y distribución de rentas (se co-determina el desarrollo socio-institucional)

*“La innovación es un elemento central en la estrategia de **desarrollo**, definido como un proceso dinámico de interacción que une agentes que trabajan guiados por incentivos de mercado (como las empresas) y otras instituciones (como los centros públicos de investigación y las instituciones académicas) que actúan de acuerdo a estrategias y reglas que responden a otros mecanismos y esquemas de incentivos. Los vínculos sistemáticos y la interacción entre actores, así como la infraestructura económica e institucional que cada país es capaz de desarrollar, determinan su habilidad para capturar el impulso que el conocimiento da a la producción y la hace entrar en un **círculo virtuoso de crecimiento**”.*
(CEPAL, 2006)

Rasgos fundamentales del conocimiento



1. **No rivalidad** en el acceso la accesibilidad al conocimiento por parte de un agente económico no reduce la capacidad de otros agentes de acceder a dicha tecnología. No así su uso (ej: propiedad intelectual)
2. La no-rivalidad implica también el **no agotamiento por su uso**, transferencia o reproducción (por ejemplo, utilizar un teorema muchas veces no hace que el conocimiento incorporado en el mismo pierda validez o relevancia).
3. **Indivisibilidad de uso**: ej la mitad de una información sobre una propiedad tecnológica no vale mitad, sino que su valor sería nulo
4. La generación de nuevo conocimiento tiene un **alto costo de producción** en las primeras etapas, que se reduce sustantivamente luego en su reproducción y distribución.
5. **Rendimientos no decrecientes**: 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.
6. **Tácito**: incapacidad de los actores para explicar el por qué de su comportamiento, de expresar/articular las secuencias de procedimientos por la cuales "las cosas son hechas" y los problemas resueltos.
7. La generación del conocimiento se basa en **procesos de prueba y error**, de alta incertidumbre, que debe ser tenido en cuenta a la hora de pensar a las políticas para facilitar su generación y difusión.

Como corolario de la evidencia teórica y empírica ...

- Todos los procesos de desarrollo económico sostenido en el tiempo se dan en contextos caracterizados por un conjunto de instituciones públicas y privadas que fueron moldeando las trayectorias de desarrollo.
- Para Schumpeter, la alternativa entre recesión y prosperidad no depende solamente del surgimiento de innovaciones, sino también de la creación de **condiciones institucionales** adecuadas para su difusión.
- Se trata de un **fenómeno colectivo** en el que es importante analizar la diversidad institucional de intereses y culturas de los actores envueltos en el proceso. Por tanto es importante considerar las Universidades, los institutos de investigación, los agentes económicos, órganos formuladores de política, agencias de fomentos y agencias reguladoras.

Por lo que se identifican ciertos elementos clave:

- Definir cuáles son los **aparatos institucionales** que deber ser desarrollados para que la Ciencia, Tecnología e Innovación se integren de una manera más eficaz y efectiva en los sistemas productivos y en la cotidianidad de las sociedades en general.
- Los elementos centrales que deben ser considerados son la **articulación y coordinación** de actores, la creación de **instrumento e inventivos** y el encuadramiento del aparato de investigación en una perspectiva y contexto más amplios, entre otros.
- Es fundamental una mayor **integración** de los intereses políticos, académicos e industriales en la conducción, gestión y regulación de la innovación.
- La noción de **SNI** ayuda a identificar estas dimensiones, mostrando la importancia de la cooperación y articulación entre las condiciones institucionales que directa e indirectamente se relacionan con la C,TeI.

Sistemas Nacionales de Innovación

Innovación

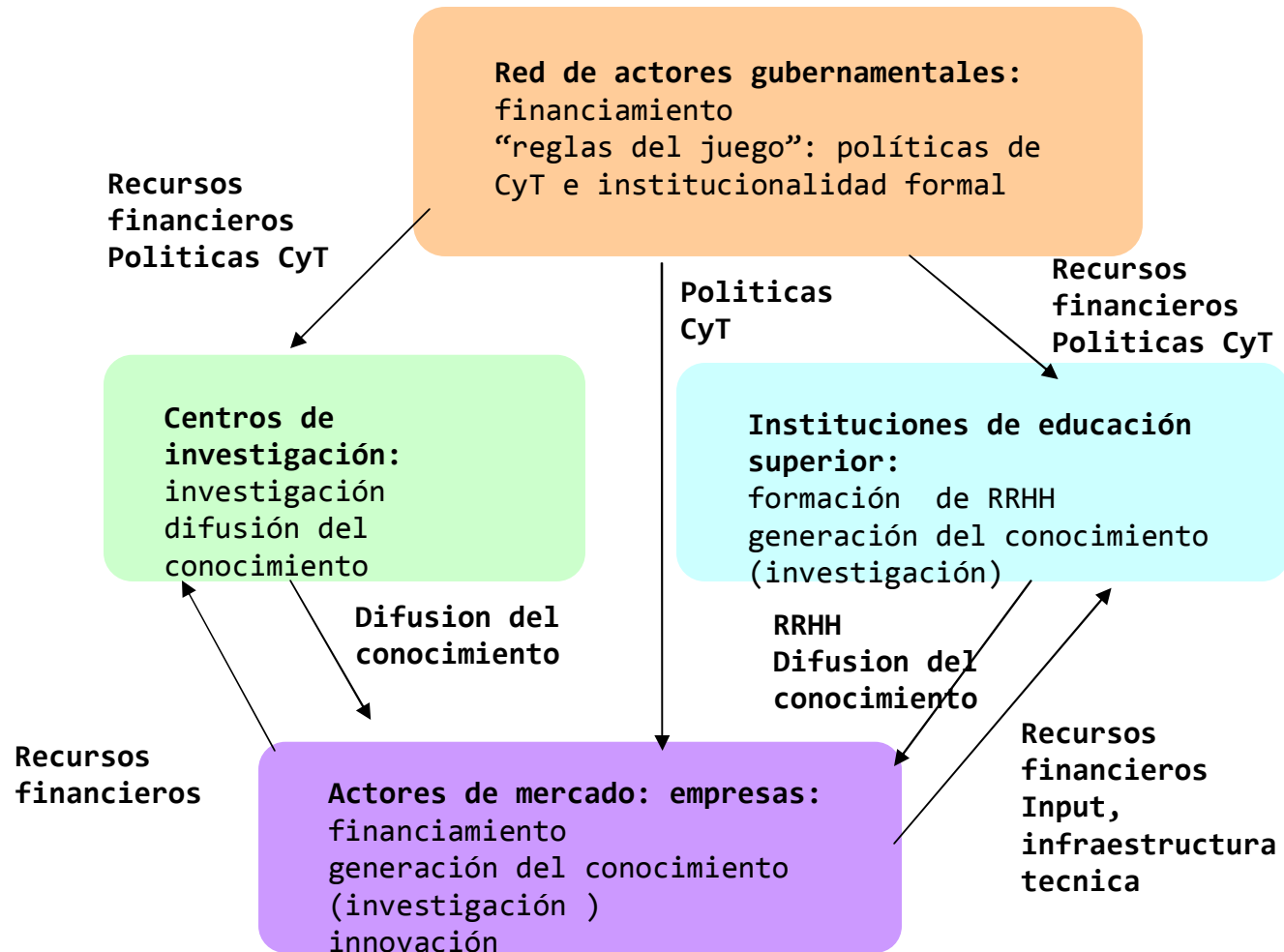
es un *proceso interactivo*, que vincula a agentes que se desempeñan conforme a los incentivos provenientes del mercado, como las empresas, con otras instituciones que actúan de acuerdo con estrategias y reglas que no responden a los mecanismos de mercado

Sistema Nacional de Innovación

“El conjunto de agentes, instituciones y normas en el que se apoyan los procesos de incorporación de tecnología se ha denominado sistema de innovación -generalmente sistemas nacionales de innovación -, que determina el ritmo de generación, adaptación, adquisición y difusión de conocimientos tecnológicos en todas las actividades productivas” (CEPAL, 2002)

- Concepto de **Sistema Nacional de Innovación** (Freeman, 1987; Nelson, 1987; Lundvall, 1988). Principal foco de análisis: la interacción entre los agentes económico, sociales y políticos del sistema, que favorecen el desarrollo de capacidades y la difusión de las innovaciones.
- Los factores económicos y sociopolíticos son determinantes en las trayectorias tecnológicas de los países.
- El proceso de selección ocurre en un **ambiente específico**, donde las cualidades de las instituciones técnicas y científicas, las estrategias del sector privado, los estímulos y financiamiento de las innovaciones cumplen un rol fundamental
- Enfatizar la **visión sistémica** entre empresas y el ambiente externo, como condicionante de su desarrollo tecnológico y competitivo.

El SNI: componentes y relaciones



Principales funciones de los agentes del SNI en la generación, difusión y uso del conocimiento

Funciones		Actores del SNI			
		Actores gubernamentales	Centros de investigación	Instituciones de educación superior	Actores de mercado: empresas
Financiamiento		X			X
Formación RRHH para las capacidades CyT				X	
Generación del conocimiento CyT	Investigación Básica			X	
	Investigación Aplicada		X	X	X
Difusión del conocimiento CyT			X	X	
Innovación					X

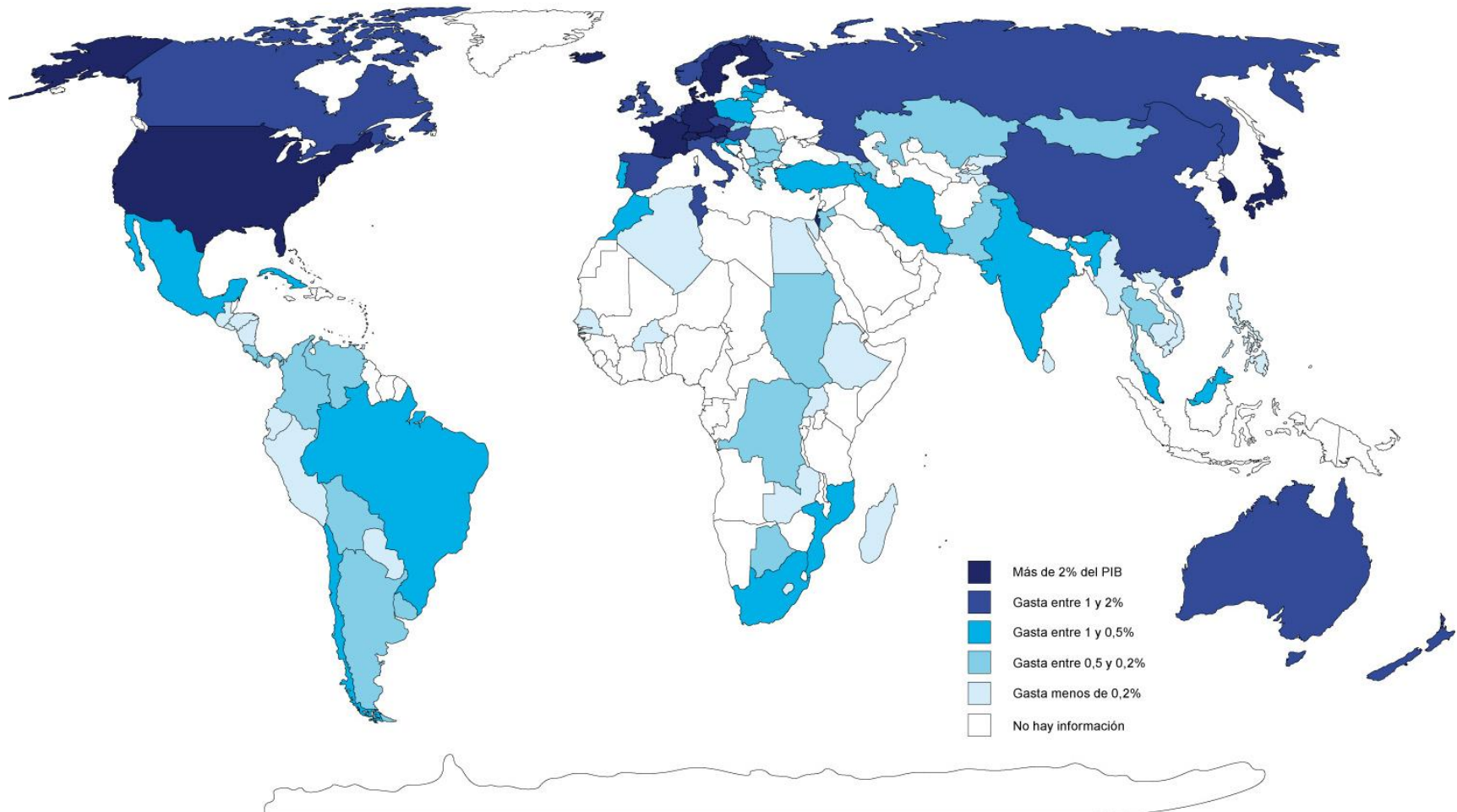
Matriz evolucionista de la innovación y el conocimiento

	Cambio técnico/ Innovación	Agentes	Mercado	Redes
Conocimiento	Tácito	Base CyT	“bien club”, bien privado	Bien público
Aprendizaje	Acumulativo	Prueba y error	Incentivos (oligopolio vs competencia)	Innovación organizacional, confianza
Transferencia tecnológica	Imitación/ ingeniería reversa	Modernización	Mercados de la tecnología	Cooperación
Irreversibilidad	Indivisibilidad, costos hundidos	Path dependency	Rentas, oligopolios	Externalidades
CAPACIDADES INSTITUCIONALES				
BASE DE CONOCIMIENTO Y ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA				
POLÍTICAS PÚBLICAS Y REGULACIONES				
ACUERDOS COMERCIALES				

Un breve panorama de la región en materia de innovación

La heterogeneidad en el esfuerzo innovador a nivel mundial

Gasto en I+D en porcentaje del PIB
2006, países seleccionados

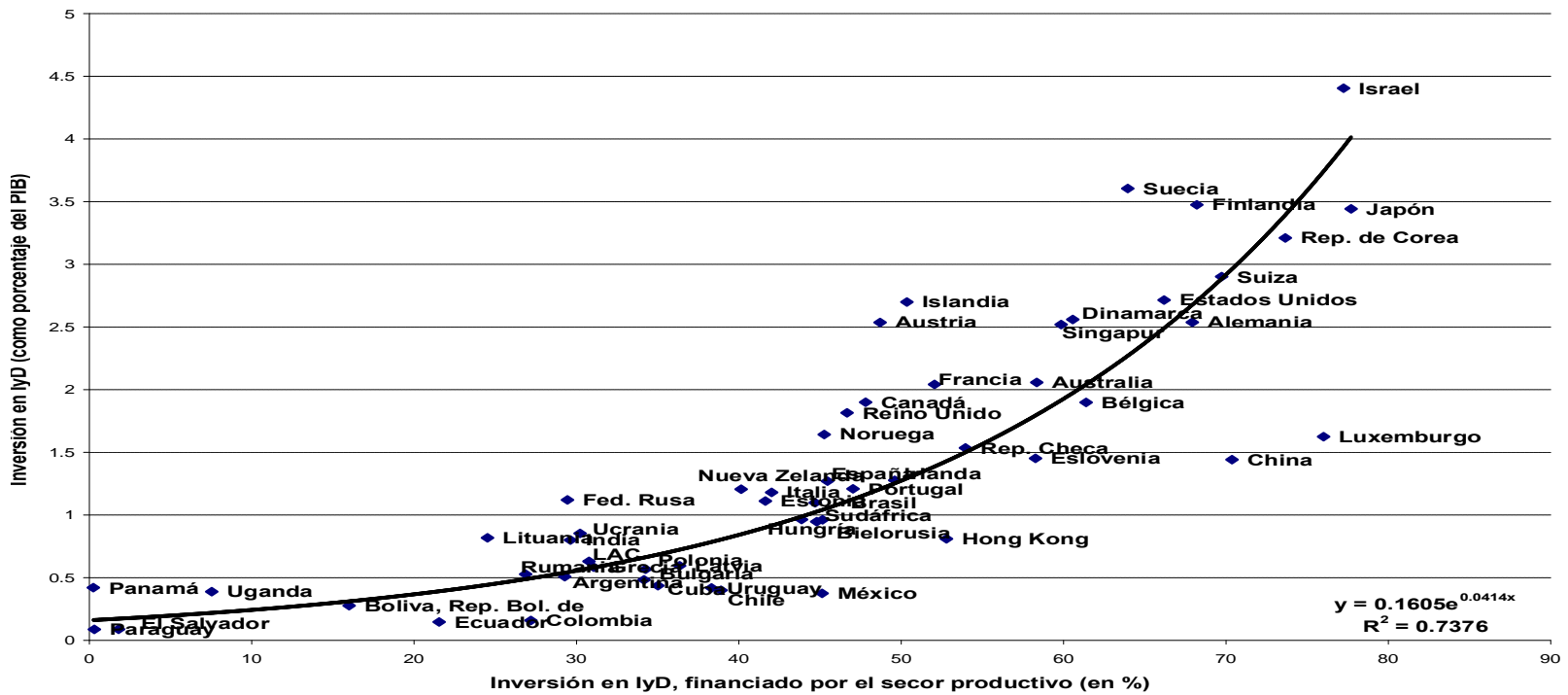
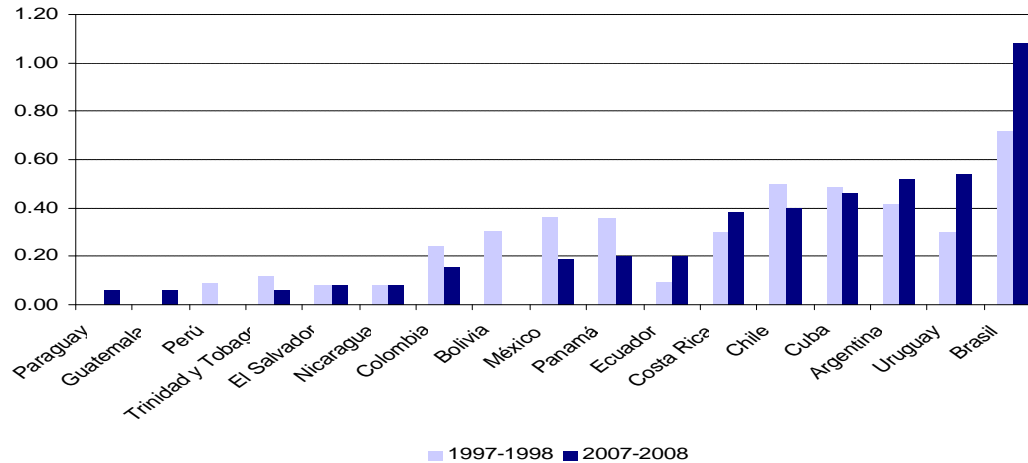


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de UNESCO. Aparecen en blanco los países para los cuales no se dispone de información.

El incremento en el esfuerzo innovador es aún una meta por alcanzar para América Latina

- Cada vez más los países invierten más en investigación y desarrollo (I+D).
- Entre 1990 y 2003 el gasto mundial en I+D ha crecido de aproximadamente un 40% pasando de 500.000 millones a casi 750.000 millones (en dólares constantes de 2000).
- Estados Unidos, Alemania, Francia, Reino Unido y Japón son los actores principales y representan el 66% del gasto total mundial.
- Entre 1990 y 2003 las economías emergentes han aumentado fuertemente su inversión en I+D (China por ejemplo representaba el 3.3% del gasto total en 1990 y en 2003 su cuota alcanza el 8.4% del total mundial).
- América Latina, en promedio, ha mantenido constante su inversión (alrededor de un 0.5% del PIB) y su contribución al gasto total mundial (alrededor de 2%).

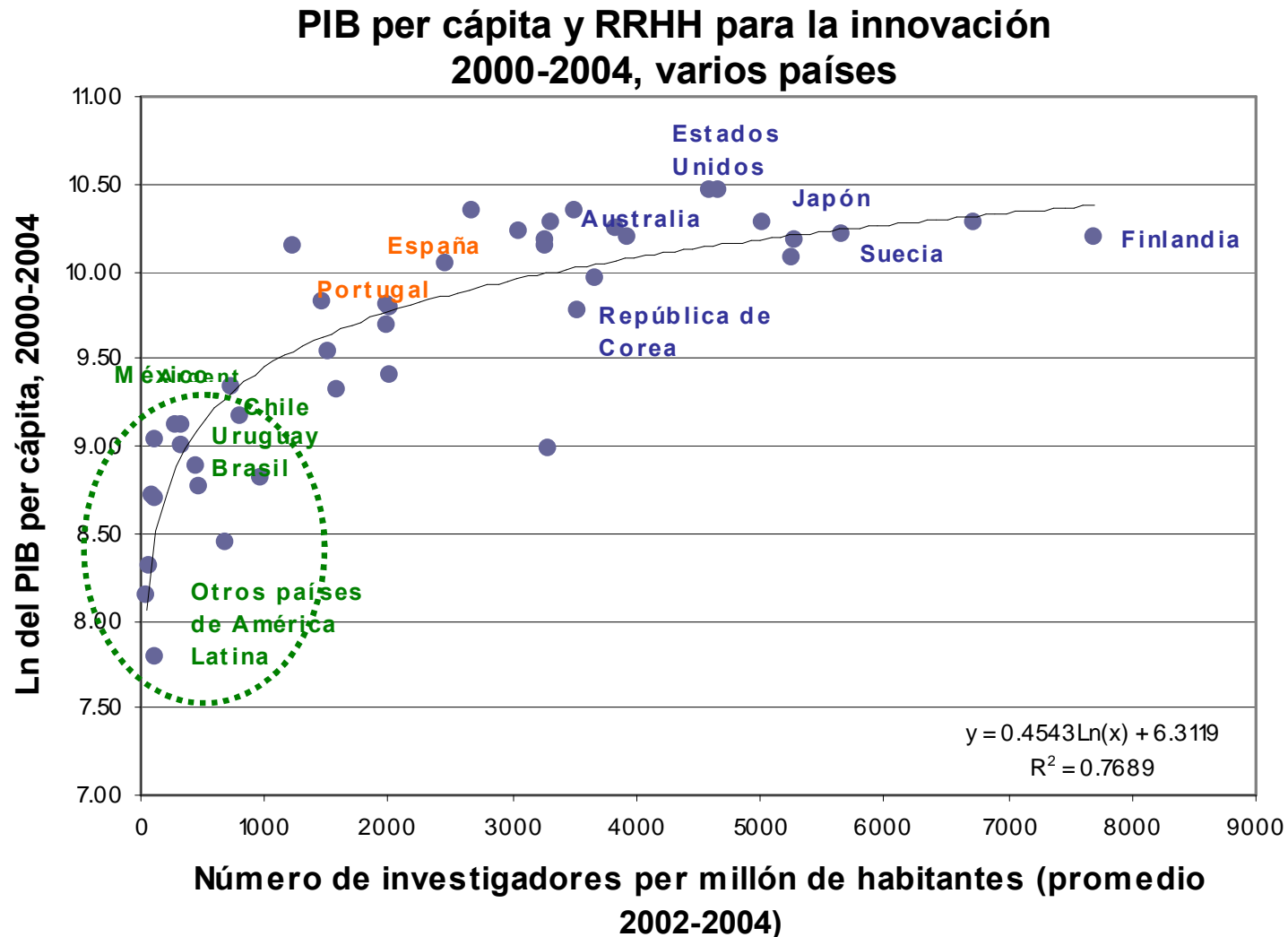
Pero aparte de invertir poco en I+D, ¿quién realiza esa inversión?



Los recursos humanos calificados: base para la innovación y el desarrollo

- El nuevo contexto de la economía basada en el conocimiento ha puesto de manifiesto la importancia del capital humano para sustentar el dinamismo innovador de las economías.
- La educación y la formación son elementos centrales de las estrategias de desarrollo productivo de un país.
- La experiencia de los países industrializados y de los emergentes, demuestra que el énfasis en los recursos humanos y en la infraestructura para la investigación son determinantes fundamentales del desarrollo científico y tecnológico de los países y de los patrones de inserción en las cadenas globales de producción.
- América Latina posee un buen acervo acumulado de capital humano. Sin embargo hay que fomentar el reconocimiento profesional del “investigador”, mejorar la calidad de las instituciones de I+D y generar mecanismos de apoyo a la movilidad de talentos, al interior de la región y con el extranjero.

Recursos humanos dedicados a la innovación e ingreso per cápita: una relación virtuosa

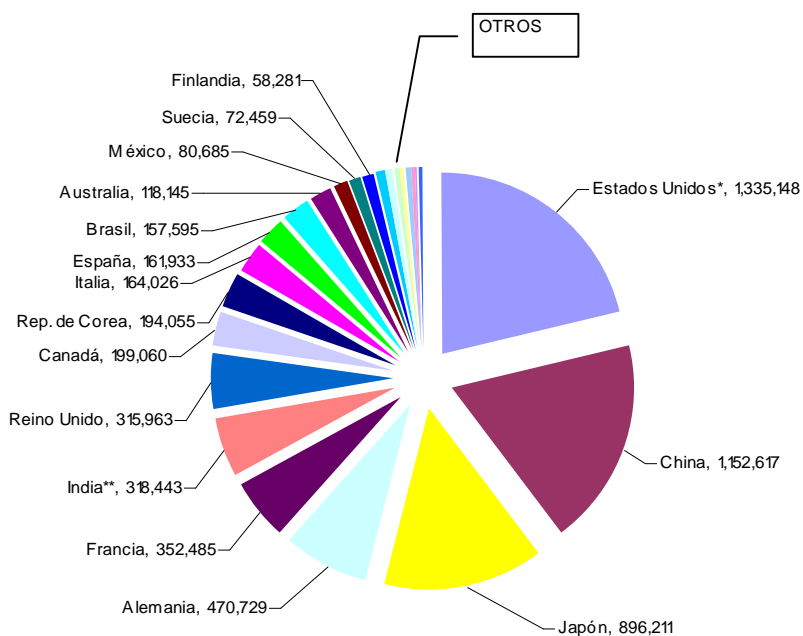


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización de Banco Mundial, %World Development Indicators+[base de datos en línea] <http://devdata.worldbank.org/dataonline/> y CyT-DES Ciencia y tecnología para el desarrollo [en línea] <http://www.cepal.org/I+D/>.

Los países de América Latina deberían incrementar la cantidad y calidad de los profesionales dedicados a las labores de CyT

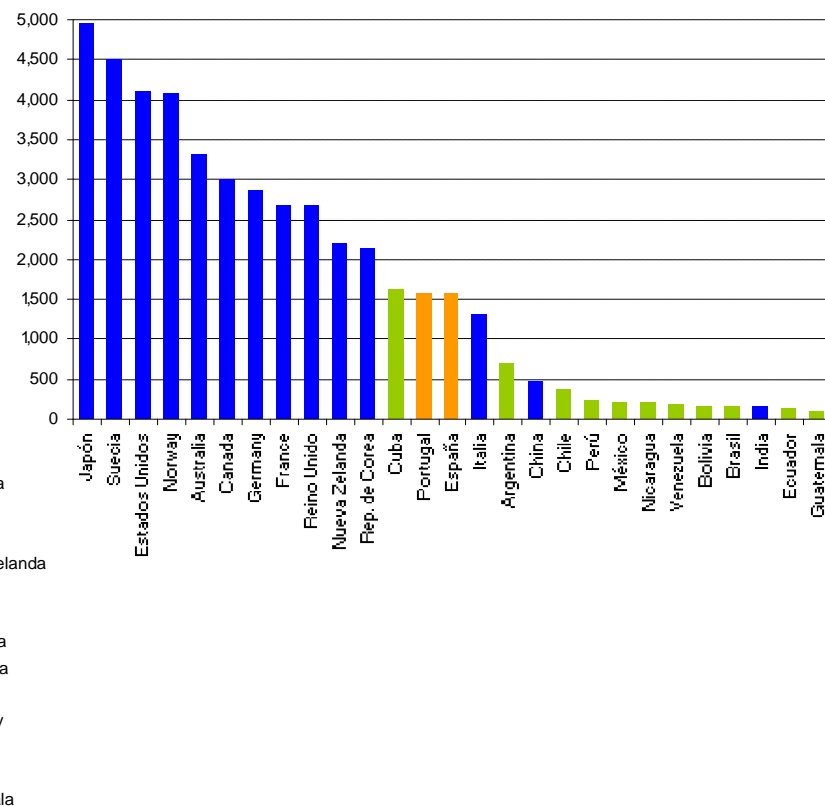
Número de Investigadores por millón de habitantes, 2000 o último año disponible

Distribución mundial del personal dedicado a actividades de investigación y desarrollo según país de origen 2004 o último año disponible



* valor correspondiente al año 2002

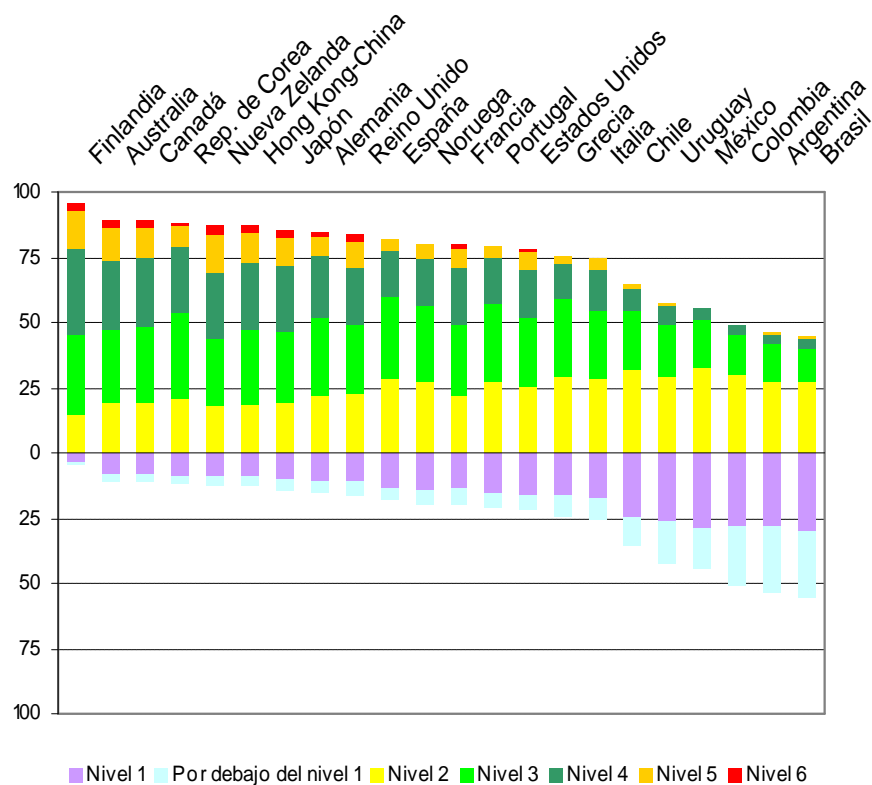
** valor correspondiente al año 2000



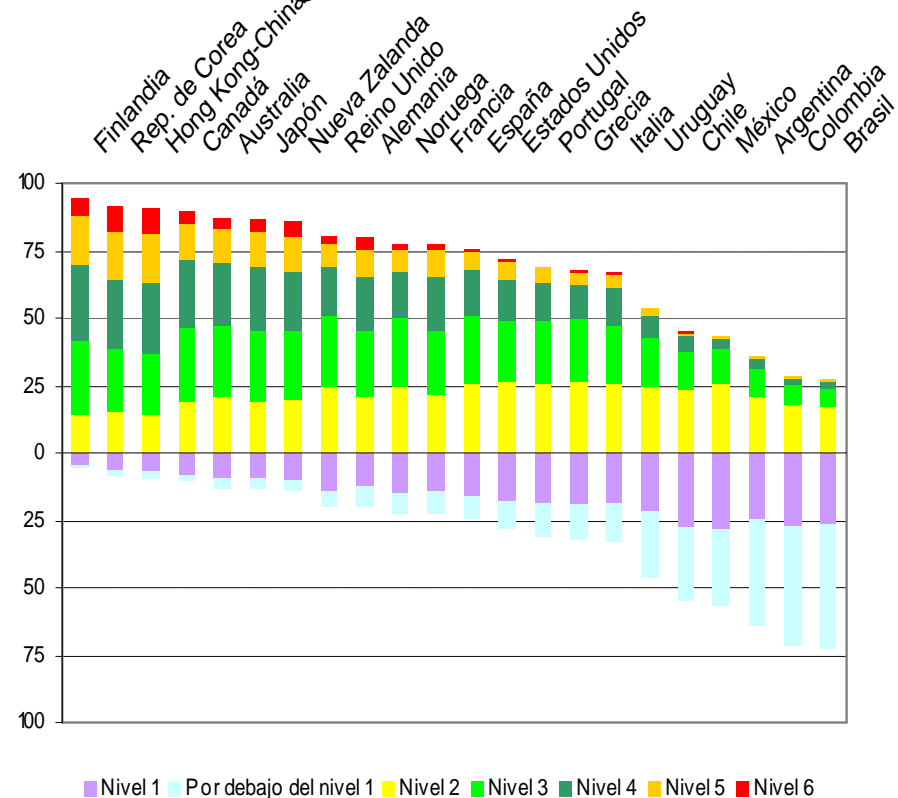
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Organización de UNESCO y CyT-DES Ciencia y tecnología para el desarrollo [en línea] <http://www.cepal.org/I+D/>.

Calidad en la formación básica en ciencias y matemáticas en los países de América Latina

Distribución de los estudiantes en la prueba Pisa en ciencias según nivel alcanzado



Distribución de los estudiantes en la prueba Pisa en matemáticas según nivel alcanzado

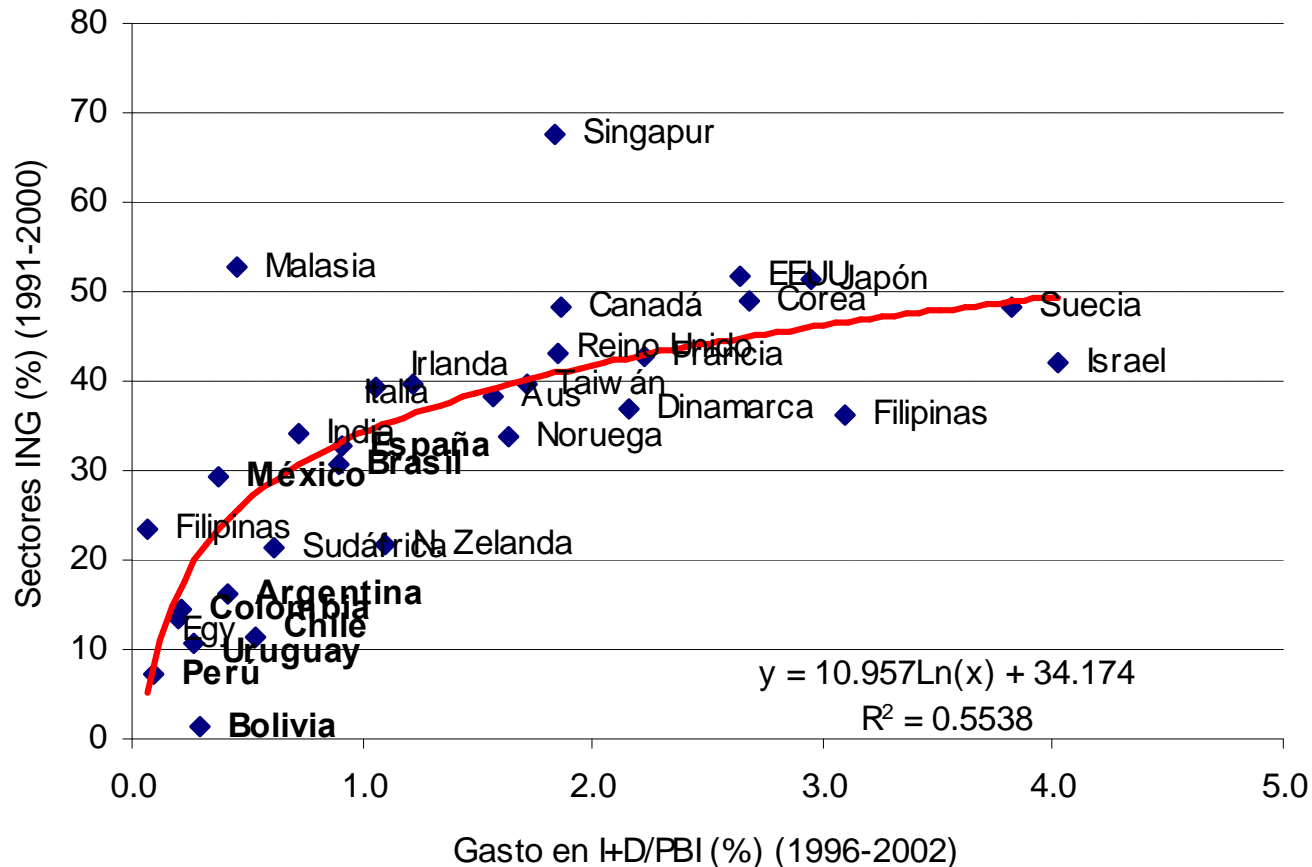


La estructura productiva: entre demanda y oferta de innovación y conocimiento

- Hay una clara relación entre especialización productiva y esfuerzo innovador. En general, un peso mayor de los sectores intensivos en tecnología se asocia a esfuerzos más elevados en inversión en I+D e innovación.
- No sorprende, por ende, el escaso dinamismo innovador de la región en comparación con las economías más avanzadas.
- Más allá del gasto en I+D, la dinámica del patentamiento también muestra una cierta debilidad de los actores locales. En América Latina se patenta poco, pero además patentan más los extranjeros que los residentes.

El perfil de especialización productiva de una economía está relacionado con su esfuerzo innovador

Especialización productiva y gasto en I+D, varios países

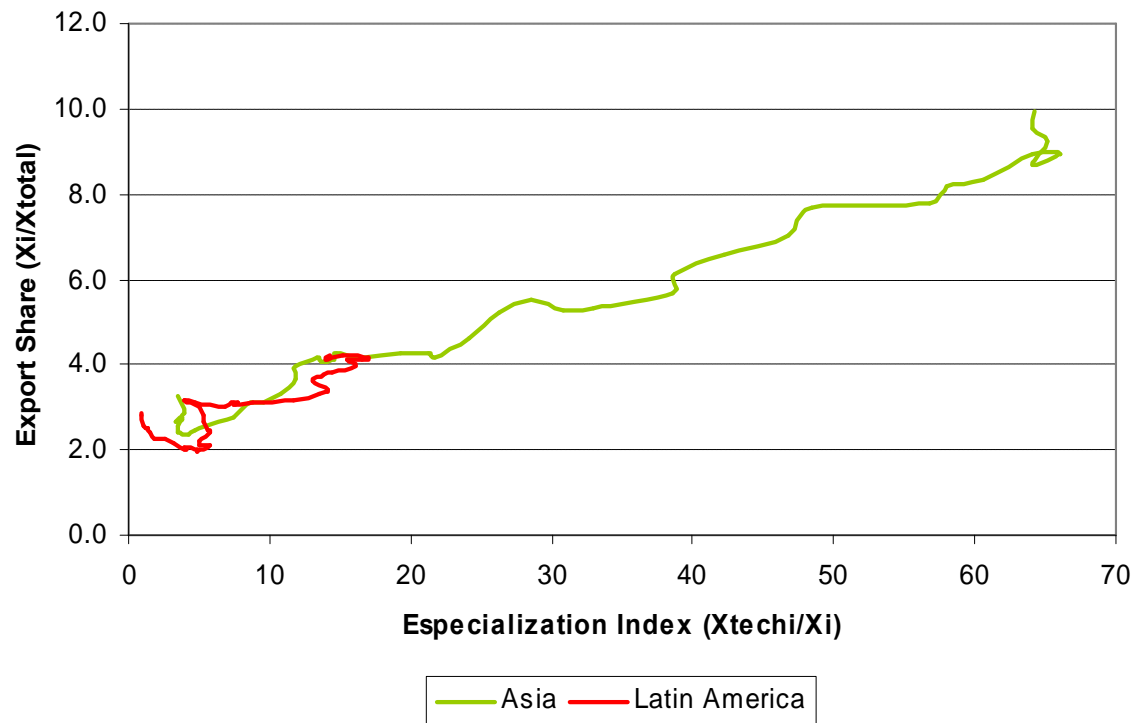


Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de CEPAL-DDPE (2007), Progreso técnico y cambio estructural en América Latina, Santiago de Chile, Naciones Unidas LC/W136.

Nota: Se consideran como sectores intensivos en tecnología (Sectores ING) los siguientes: productos fabricados de metal, maquinaria, maquinaria eléctrica, equipo de transporte, equipo técnico y profesional.

Estrecha relación entre capacidades tecnológicas y competitividad internacional

Cambio estructural y sendero exportador (1961-2004)



Asia:

Alta Diversificación

Aumenta la proporción del mercado

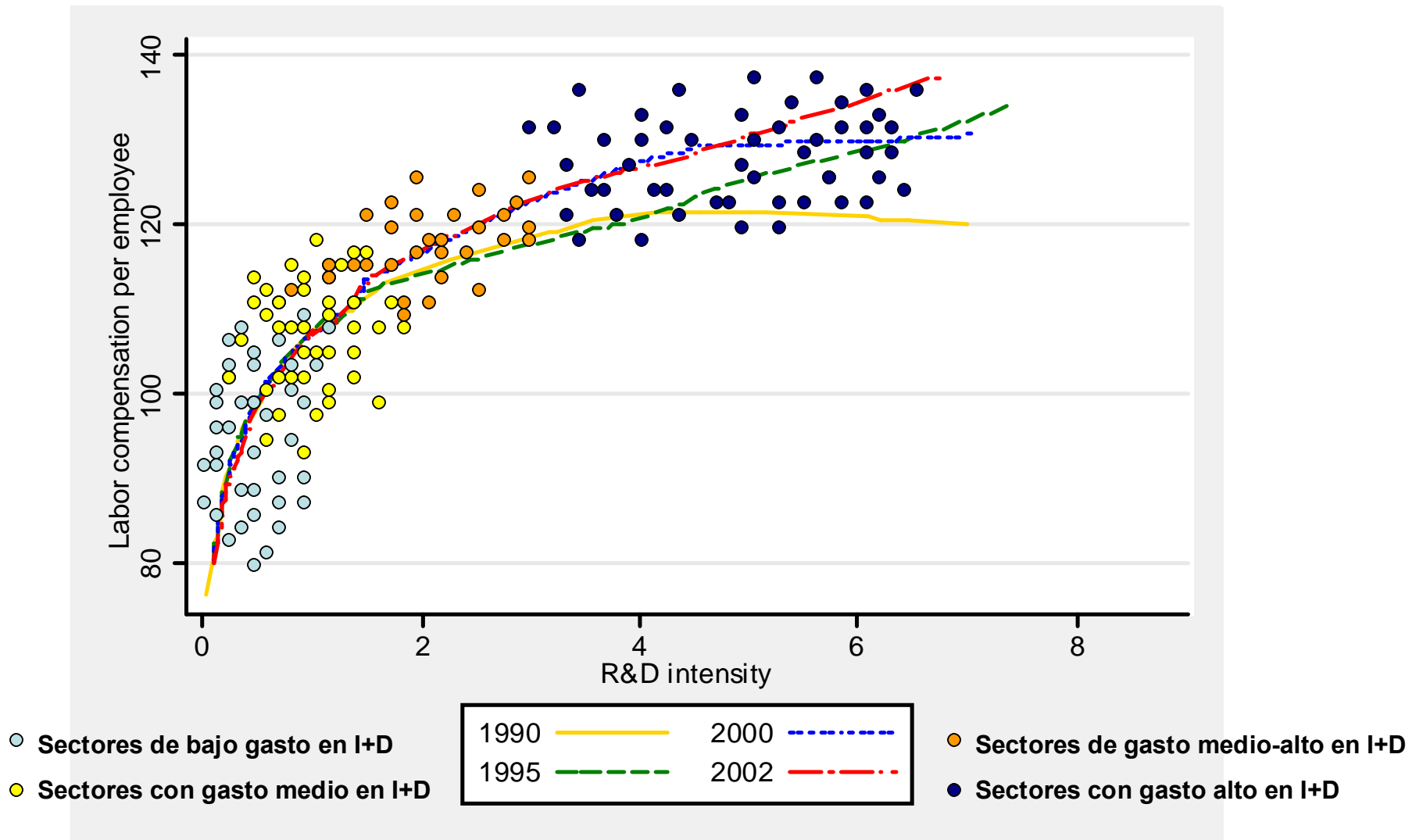
América Latina:

Anclada en baja especialización

Mantiene baja participación de las exportaciones

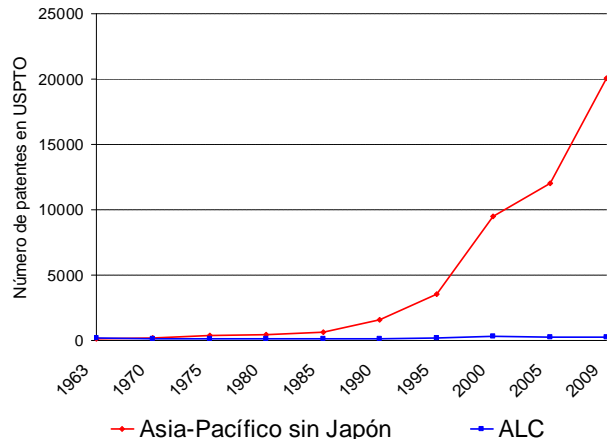
Estructura productiva, innovación y salarios: una relación que se refuerza en el tiempo

El caso de algunos países desarrollados:

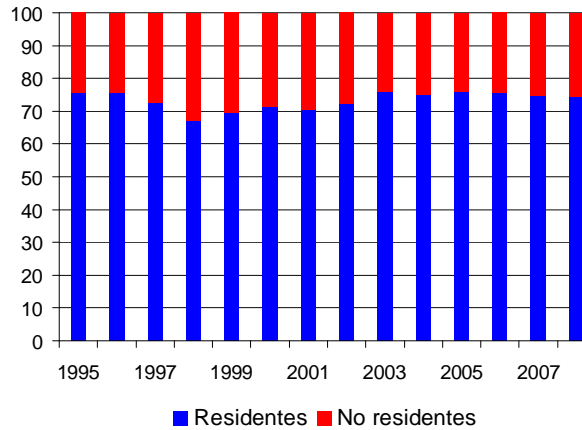


El uso de la propiedad intelectual como mecanismo para impulsar la innovación: una tarea por explorar para ALC

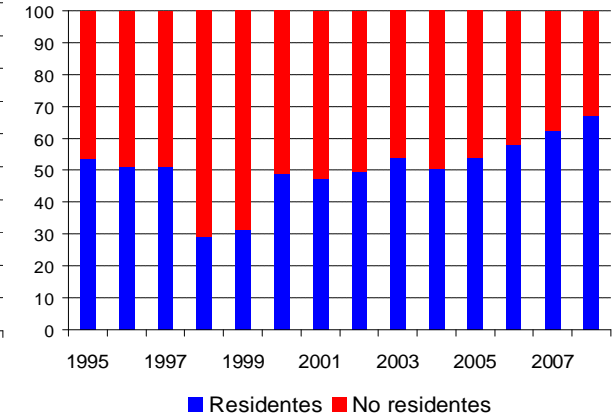
Registro en USPTO, 1963-2009



Rep. Corea



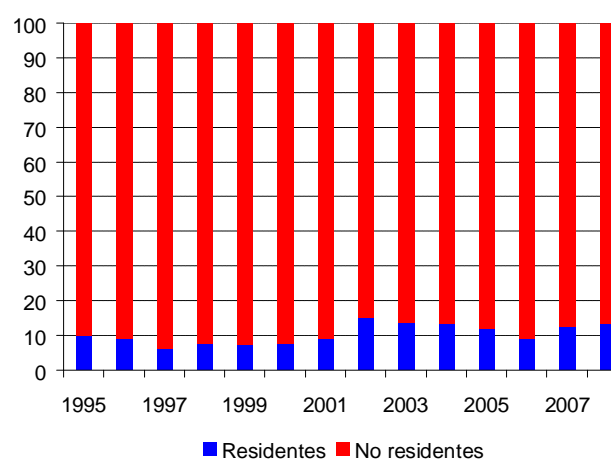
China



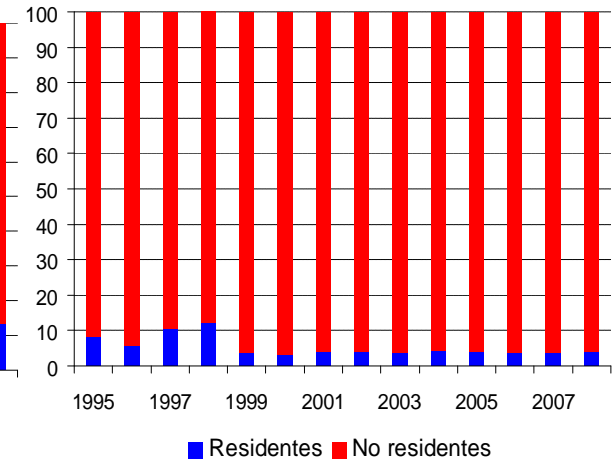
Desafíos para ALC:

- Reforzar capacidad para potenciar el desarrollo de nuevos productos o procesos de alcance mundial
- Incremental el nivel de patentamiento en las oficinas nacionales

Chile




México



Una mirada hacia el comportamiento de las empresas Latinoamericanas

De las encuestas de innovación se desprende que:

- La mayoría de las ventas de las empresas en América Latina se concentran en productos y procesos con bajo contenido innovador.
- Entre los gastos de actividades científicas y tecnológicas prevalece la compra de maquinaria y equipo frente a la inversión en I+D.
- Las empresas que cooperan entre sí y con organismos de I+D innovan más que el promedio
- Las empresas más innovadoras son más productivas y exportan más que las no innovadoras
- Las empresas más innovadoras están dotadas de personal más calificado y pagan mejores salarios



Las políticas de apoyo a la innovación tienen un impacto sobre la dinámica de la productividad, de las exportaciones y de la distribución del ingreso

En síntesis:

- Desarrollo como un proceso que involucra crecimiento, cambio estructural y mejoras en la distribución del ingreso.
- La existencia de una relación entre innovación y desarrollo es indudable. Nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organizar la producción, cambian cuantitativa y cualitativamente la estructura de la economía y de la sociedad.
- Los procesos de aprendizaje, la generación y difusión de capacidades tecnológicas endógenas son elementos de base para un crecimiento sostenido que apunte a mayor inclusión social y a una distribución del ingreso más equitativa. ([La estructura productiva y la concentración del ingreso.ppt](#))
- Estos procesos son altamente específicos en cuanto a contexto geográfico, histórico y cultural; sin embargo hay elementos comunes trazables en la evolución de los sistemas socio-económicos a lo largo del tiempo.
- En general, los casos de éxito (por ejemplo el *catching up* de los países del Sur Este de Asia), se han caracterizado por poseer una visión y estrategia nacional clara y gradual que apuntara a la construcción de sistemas productivos incluyentes que superaran la heterogeneidad estructural típica de los países “periféricos”.

Un desafío para América Latina: incrementar las capacidades para la innovación

- Las políticas de apoyo a la innovación se dan en un contexto fuertemente heterogéneo, en donde a “islas de excelencia” tecnológica se asocia una persistencia de la informalidad (alrededor del 40% del empleo se concentra en el sector informal).

La región es dual en cuanto a capacidades acumuladas en:

- Recursos humanos
- Generación, adopción y difusión de tecnologías e innovación en el sector privado
- Instituciones para el manejo del desarrollo tecnológico

Se necesitan políticas “duales” capaces de apuntar a:

- Apoyar la generación o el fortalecimiento de actores líderes en innovación y desarrollo tecnológico (políticas de innovación)
- Fortalecer los actores existentes y apoyar una modernización generalizada del aparato productivo (políticas de desarrollo productivo y modernización)
- Incrementar las capacidades de los actores “marginales” (políticas de inclusión productiva)

Prioridades para las políticas de apoyo a la innovación en la región

- La formación de recursos humanos de excelencia.
- La inversión en investigación y desarrollo.
- El fortalecimiento de los actores existentes y la modernización tecnológica generalizada
- La generación de capacidades en los nuevos paradigmas tecnológicos como son las tecnologías de la información y comunicación, la biotecnología y la nanotecnología.
- Fortalecimiento de las capacidades institucionales para el diseño, la implementación y la evaluación de las políticas.
- La generación de espacios de cooperación iberoamericanos en materia de políticas de ciencia, tecnología e innovación.

Las políticas de CTI antes

- Concepción **determinista** de la innovación (de la ciencia a la innovación)
- Políticas del lado de **la oferta** con poca importancia de la demanda
- **Falta de coordinación** (conjunto fragmentado de organismos, instituciones)
- **Poca flexibilidad y adaptación** de la infraestructura institucional a demandas del sector productivo
- **Políticas** industriales, científicas y educativas **disociadas**

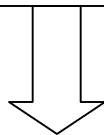
Las políticas de CTI hoy

- Concepción **sistémica** de la innovación (proceso complejo de prueba y error)
- Políticas de incentivo a la conformación de **redes y alianzas**
- **Alta coordinación** entre diferentes organismos relacionados con ciencia, tecnología e innovación
- **Alta flexibilidad** de la infraestructura institucional para responder a demandas de los sectores.
- **Coherencia** entre las **políticas** de CyT, industrial y de educación

Si queremos lograr competitividad, ¿cómo hacerlo?

Ventajas comparativas estáticas:

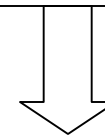
- Bajos costos de factores de producción
- Disponibilidad de materias primas
- Temas geográfico



**Competitividad espuria/de
corto plazo**

Ventajas competitivas dinámicas:

- Tecnologías y equipos
- Cambio estructural/
diversificación
- Capacidades innovadoras



**Competitividad
auténtica/sostenible**

La competitividad no depende solamente de la estructura de incentivos, sino también de las instituciones, relaciones entre agentes, etc. (SNI)

Políticas y dinámicas institucionales

Las etapas de las políticas de CTI

El modelo de las políticas de CTI todavía:

- mantiene una lógica lineal
- posee una débil capacidad institucional
- sigue enfrentándose con una estructura de producción con bajos niveles de complejidad y una débil demanda por el sector privado
- necesita más coordinación de políticas horizontales, selectivas y de intervención en las redes y cadenas productiva

Las políticas para la creación y difusión del conocimiento tienen que combinar el fomento de la **oferta con el de la demanda**, asumiendo que la aplicación óptima de las mismas es **un proceso no determinista de constante prueba y error**

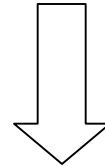
Las dinámicas institucionales

- Aún hoy día los ministerios (Consejos o secretarías) de CyT de los países de la región mantienen una **posición marginal** en los gobiernos:
 - decisiones supeditadas a los ministerios de hacienda
 - escasa capacidad de gestión
 - dependencia de los ciclos políticos
- Es importante *entender que*:
 - *Las políticas de CTI requieren de un horizonte temporal de largo plazo, respecto al cual el ciclo de las políticas del gobierno debe coordinarse*
 - *el alcance de las políticas requiere de una visión territorial integrada y que aúne todo el territorio y heterogeneidad*
 - Comportamiento y gestión de las instituciones de CyT son afectadas también por la **inestabilidad de las políticas**

Las dinámicas institucionales

Un sistema innovador virtuoso posee un **diseño institucional** que considera la importancia de:

- una estructura y jerarquía institucional que permita decidir con el mismo nivel que los otros órganos de gobierno
- CTI como objetivos de largo plazo
- la heterogeneidad territorial
- la coordinación con las otras políticas (educativa e industrial, comercial, etc)



Permite la generación de un **ambiente favorable** para la innovación