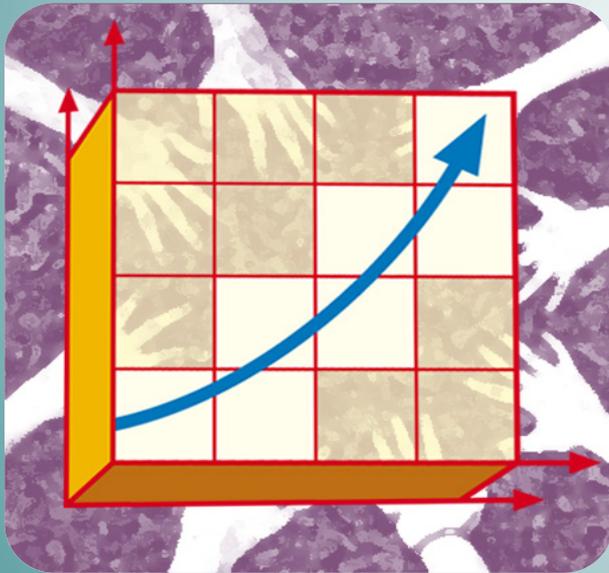


# Desarrollo Económico

## Tema 8. Tecnología y desarrollo económico



**Daniel Díaz Fuentes**  
**Marcos Fernández Gutiérrez**

Departamento de Economía

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

# Estructura

- ▶ 8.1. Innovación y difusión tecnológica.
- ▶ 8.2. I+D, capital humano y progreso técnico.
- ▶ 8.3. Capacidad tecnológica y aprendizaje.
- ▶ 8.4. Sistemas nacionales de innovación.
- ▶ 8.5. Innovación-difusión tecnológica y competitividad global.

# 8.1. Innovación y difusión tecnológica

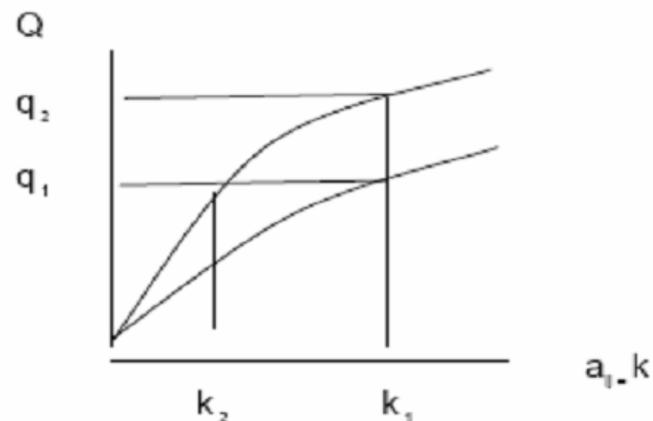
- ▶ El cambio tecnológico y los factores explicativos del crecimiento.
- ▶ La tecnología y la innovación tecnológica.
- ▶ Productividad Total de los Factores e innovación.
- ▶ Estrategias tecnológicas y de innovación:
  - Capacidad de Aprendizaje Tecnológico Independiente.
  - Capacidad de Creatividad Tecnológica Independiente.
- ▶ Crecimiento basado en el capital vs basado en tecnología.  
Acumulación de Capital tecnológico/I+D/Aprendizaje/Capital humano.
- ▶ Papel de las instituciones y el Estado.
- ▶ Sistemas Nacionales de Innovación.
- ▶ ETNs, IDE y difusión tecnológica.
- ▶ Políticas adecuadas: innovación industrial y competitividad.
- ▶ Estrategias de cambio tecnológico: financiero, empresario, científico, institucional.

## 8.1. Innovación y difusión tecnológica

**Los factores de producción sólo explican una parte del crecimiento económico:**

- ▶ **Componente no explicado o residual (PTF)**, variables no identificadas: tecnología, organización, estructura institucional, etc.
- ▶ **Tecnología/innovación tecnológica: conocimiento específico aplicado a la producción:**
  - Permite un desplazamiento de la frontera de posibilidades de producción: eficiencia.
  - Ha permitido abandonar la trampa de la pobreza y avanzar en el desarrollo. Pero es un concepto difícil de analizar, más que un objeto, una forma de hacer las cosas y de pensar.

Producción = PIB =  $Q = Q(a)$



## 8.2. I+D, capital humano y progreso técnico

- ▶ **Tecnología:** conocimiento específico que hace posible mejorar al proceso de producción. Innovación es la puesta en práctica o implementación generalizable.
  - **Exógena:** bien público disponible (gratis):
 
$$Q = Q(a) + A.$$

$$Q - Q(a) = A = PTF.$$

PTF = 40% (Denison, 1967).
  - **Endógena:** proceso consciente y activo. Path dependence. Inversión en I+D, educación, etc.:
 
$$Q = Q(a) + A.$$

$$Q = A(a).$$
  
- ▶ Crecimiento, acumular conocimientos específicos: capital humano, capital social, capital tecnológico.
  
- ▶ Tecnología, elemento específico de cada economía.

## 8.2. I+D, capital humano y progreso técnico

PTF - 1960-1990

	Y	K	L	¿?	% Y
Africa	3.3	6.3	2.2	0	0
América Latina	3.6	6.3	2.6	0	0
S Asia	4.4	7.7	2.1	0.6	14
E Asia	6.8	10.2	2.6	1.8	28
PMD	4.2	7.2	2.3	0.6	14
Alemania	3.9	4.8	-0.2	1.7	87
Reino Unido	2.4	3.1	-0.2	1.2	78
EEUU	3.0	3.4	1.8	0.5	50

- ▶ Crecimiento económico **extensivo** o **intensivo** (PTF).
  - ▶ **Crecimiento intensivo:**
    - **Acumular conocimiento** (*Know how*), I+D, capital humano.
    - **Experiencia/Aprendizaje** (*Learning by Doing*).
    - **Competitividad.** Velocidad e intensidad de la inversión, incorpora cambio tecnológico.
- Clave: capacidad para adaptar el cambio tecnológico a la economía.

## 8.2. I+D, capital humano y progreso técnico

### Estrategia de desarrollo:

- ▶ Westphal (1995): «*Ningún país subdesarrollado ha registrado crecimiento acelerado en el largo plazo sin haber invertido de forma continua en tecnología*».
  
- ▶ Desarrollo económico, aplicación de conocimiento tecnológico:
  - Inversión social (humana, organización).
  - Base tecnológica, conocimientos específicos.
  
- ▶ Innovación tecnológica, condición necesaria para crecimiento sostenido, convergencia y *catch up-best practice*.

## 8.2. I+D, capital humano y progreso técnico

- ▶ **Tecnología:** resultado de investigación, experimentos y aplicaciones.
- ▶ **Innovación:** introducir la tecnología (generada internamente o externa) en la producción: procesos, bienes y servicios.  
Requiere base científico-técnica (asimilar, procesar, adaptar).
- ▶ **Creación de progreso tecnológico:** desarrollo de nueva investigación y difusión de nuevos conocimientos.  
En función de si se alcanza o no esta etapa:
  - **Capacidad de aprendizaje tecnológico independiente (CATI).** Clave en el éxito en el desarrollo económico.
  - **Capacidad de creatividad tecnológica independiente (CCTI),** fase posterior, a partir de la maduración de la CATI. Esencial para la consolidación del desarrollo sostenible a largo plazo.

## 8.3. Capacidad tecnológica y aprendizaje

- ▶ Capacidad de Aprendizaje Tecnológico Independiente (CATI).
- ▶ Capacidad de Creatividad Tecnológica Independiente (CCTI).

Fase intensiva en recursos y trabajo no cualificado	Fase intensiva en capital y trabajo semicualificado	Fase intensiva en conocimiento (capital humano y tecnología)
ISI I	ISI II	ISI III
ISE I	ISE II	ISE III
CATI 1	CATI 2	CCTI

### Ciencia y tecnología

	Científicos y técnicos en I+D por millón de habitantes (1990-2003)	Gasto en I+D (% del PIB) 2000-2003
<b>DH elevado</b>	2.968	2,5
<b>DH medio</b>	523	0,9
<b>DH bajo</b>	50-250	–
<b>Media PMD</b>	416	1,1
<b>OCDE</b>	3.748	2,5

## 8.3. Capacidad tecnológica y aprendizaje

- ▶ Desarrollo económico y tecnológico, path dependence. Pero posibilidad de incidir sobre los procesos.
- ▶  $Q = Q(C\&T, I\&D) \dots$  ¿?  
(capital, educación, salud, defensa, estabilidad macroeconómica, fiscalidad, protección comercial, patentes, derechos de propiedad intelectual, IDE).

### Capacidades-habilidades tecnológicas y desarrollo

	PMD	NPI (20 países en desarrollo: Este de Asia, etc.)	OECD
Crecimiento PIB p.c.	0,5-1,5	2,5-7,1	2,5
Crecimiento PIB	2,5-2,8	4,7-8,1	3,5
I+D Público / PIB	0,2	0,5	0,7
I+D Privado / PIB	0,02	0,05-1	2,3
C&T Público / PIB	0,03	0,04-0,1	0,4
C&T Privado / PIB	0,00	0,0	0,05
Propiedad intelectual	0-1	2-4	5

## 8.3. Capacidad tecnológica y aprendizaje

### Crecimiento basado en capital vs basado en tecnología

Crecimiento basado en acumular	
<p><b>Capital físico y trabajo</b></p> <p>Exógeno. Pool de conocimientos. Bien público accesible libremente sin costes.</p>	<p><b>Capital tecnológico y educación</b></p> <p>Endógeno. Proceso de adquisición de conocimiento. Inversión costosa.</p>
Best practice, Competitividad Internacional	
<p>Acumular capital físico (máquinas, herramientas).</p>	<p>Educación, formación, I+D, C&amp;T. Integrar en la producción.</p>
Transformación estructural	
<p>Industrialización. Infraestructura social-redes.</p>	<p>CATI. CCTI.</p>
Estrategia de desarrollo	
<p>Inversión en bienes tangibles. Transferencia y adquisición de tecnología a través de maquinaria y herramientas. Inversión Directa Extranjera.</p>	<p>Inversión en conocimiento intangible. Economía del aprendizaje. Integra a producción global.</p>
Instituciones	
<p>Ministerios de Industria, Comercio Exterior, Educación, estrategia de desarrollo, banca industrial, comercio exterior.</p>	<p>Sistemas Nacionales de innovación, Planes de I+D, Programas de Cooperación Internacional, Universidades, OTRIs.</p>

## 8.4. Sistemas nacionales de innovación

**Instituciones y el Estado en el Desarrollo:** favorecer el uso del conocimiento creado, de acuerdo con las condiciones, necesidades y capacidades locales:

- ▶ **Estado Desarrollista:** acelerar el proceso de adquisición y aprendizaje tecnológico (CATI). Promoción del conocimiento y de industrias tecnológicamente intensivas. Gerschenkron (1962), Amsden (Corea, 1989), Wade (Taiwan, 1990), Harris y Lewis (India, 1995), Kraemer (Sudáfrica, 2002).
- ▶ **Empresarios privados** (pymes, sectores tradicionales-agrario y comercio): enfoque hacia competitividad internacional.
- ▶ **Estado Empresarial:** complementando o sustituyendo (último recurso) actividades empresariales. Promover innovación, asumir riesgos (microcrédito, género).
- ▶ **Empresas públicas** (industria, electricidad, comunicaciones, etc.): inducir encadenamientos: Brasil, México, Corea, Taiwán, Singapur.
- ▶ **Financiación:** Bancos de Desarrollo-Fondos Soberanos (Singapur, China, Corea, Brasil o Chile).

## 8.4. Sistemas nacionales de innovación

### Empresas Transnacionales e IDE:

- ▶ **Difusión tecnológica:** transmitir conocimiento de PD a PMD.
  
- ▶ **ETN:**
  - Transfieren tecnologías incorporadas en bienes y servicios.
  - Conceden licencias para el uso y explotación (patentes, propiedad industrial, etc.).
  - Participan directamente a través de IED.
  
- ▶ La tecnología es una inversión en conocimientos (I+D) que es costosa de producir/crear.
  
- ▶ La transferencia crea dependencia tecnológica.  
Hirschman, factor desplazamiento y factor atrofia:
  - Sustituye (en lugar de complementar) habilidades empresariales domésticas, si hay baja autonomía tecnológica y capital humano.
  - CATI y autonomía tecnológica no es parte de la política científica y tecnológica.
  - Innovación tecnológica-Cambio de estructura de dominación.

## 8.4. Sistemas nacionales de innovación

**Innovación industrial**, políticas adecuadas:

- ▶ **Escalera de competitividad-calidad** (Gorsman & Helpman 1991-2000):
  - Empresa invierte en I+D y en *inputs* que mejoran la posición competitiva de sus *outputs* (diferenciación de productos), que den poder monopólico (mayor productividad, menor coste).
  - Las ventajas surgen no sólo por el tamaño (escalones) de las inversiones, sino por la intensidad (los avances son más acelerados).
  - Condición necesaria: base de capital humano y científico.

## 8.4. Sistemas nacionales de innovación

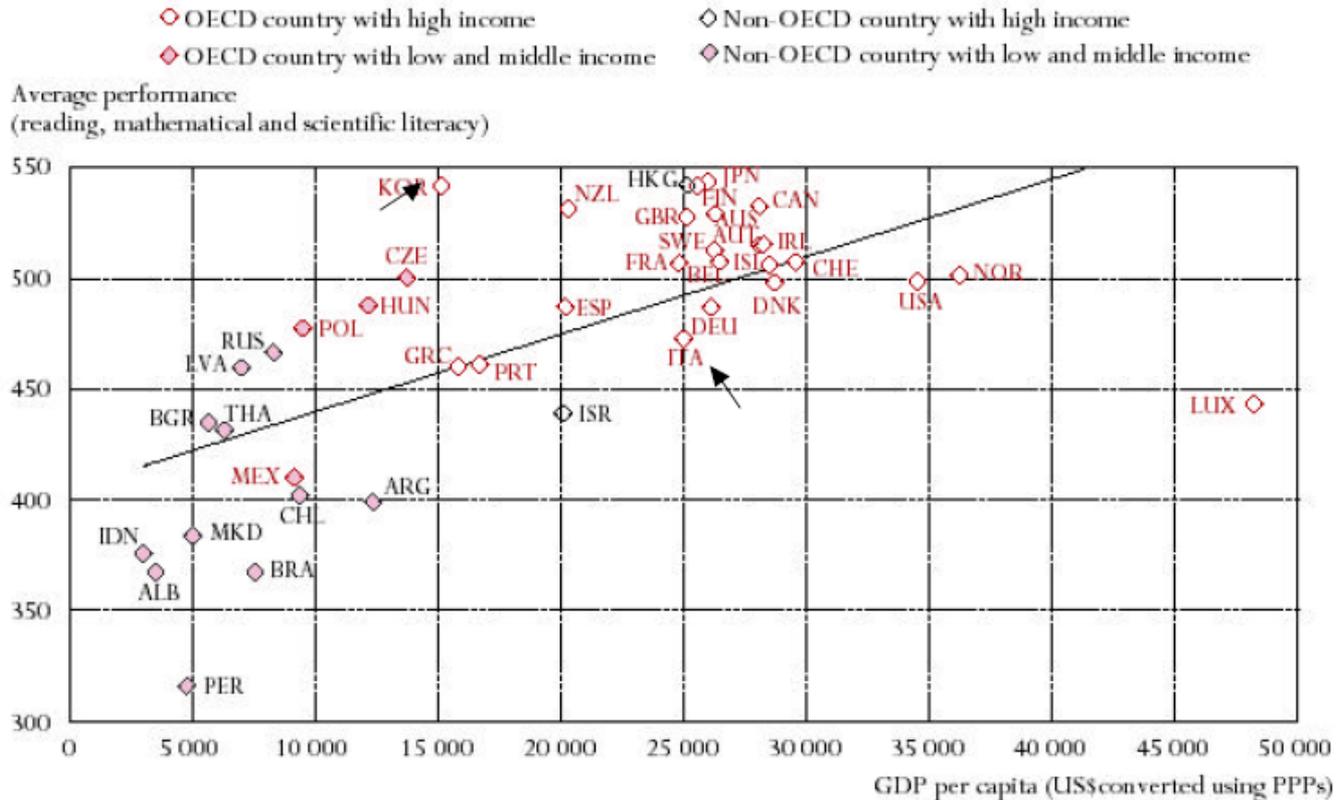
### Autonomía no es autarquía (Freeman & Soete)

Este de Asia	América Latina
<p>Educación universal y educación superior (ingeniería).</p> <p>Importación-contratos de tecnología, crecientes iniciativas locales, IDE mínima (excepto en sectores intensivos en empleo).</p> <p>I+D industrial cercano al 50%.</p> <p>Desarrollo de infraestructura de ciencia y tecnología y vinculado a I+D y C&amp;T.</p> <p>Creciente inversión japonesa, modelo de gestión y administración japonés.</p> <p>Desarrollo en TIC, con retroalimentación en mercados internacionales.</p>	<p>Deterioro en educación, decreciente ingeniería.</p> <p>Excesiva transferencia –IED, ETN–, débil I+D privada nacional.</p> <p>I+D industrial &lt; 25%.</p> <p>Débil sistema de infraestructura de ciencia y tecnología y escasas vinculaciones a I+D y C&amp;T.</p> <p>Dominante inversión norteamericana, modelo de gestión y administración norteamericano.</p> <p>Escaso desarrollo en TIC.</p>

# 8.4. Sistemas nacionales de innovación

## Student performance and national income

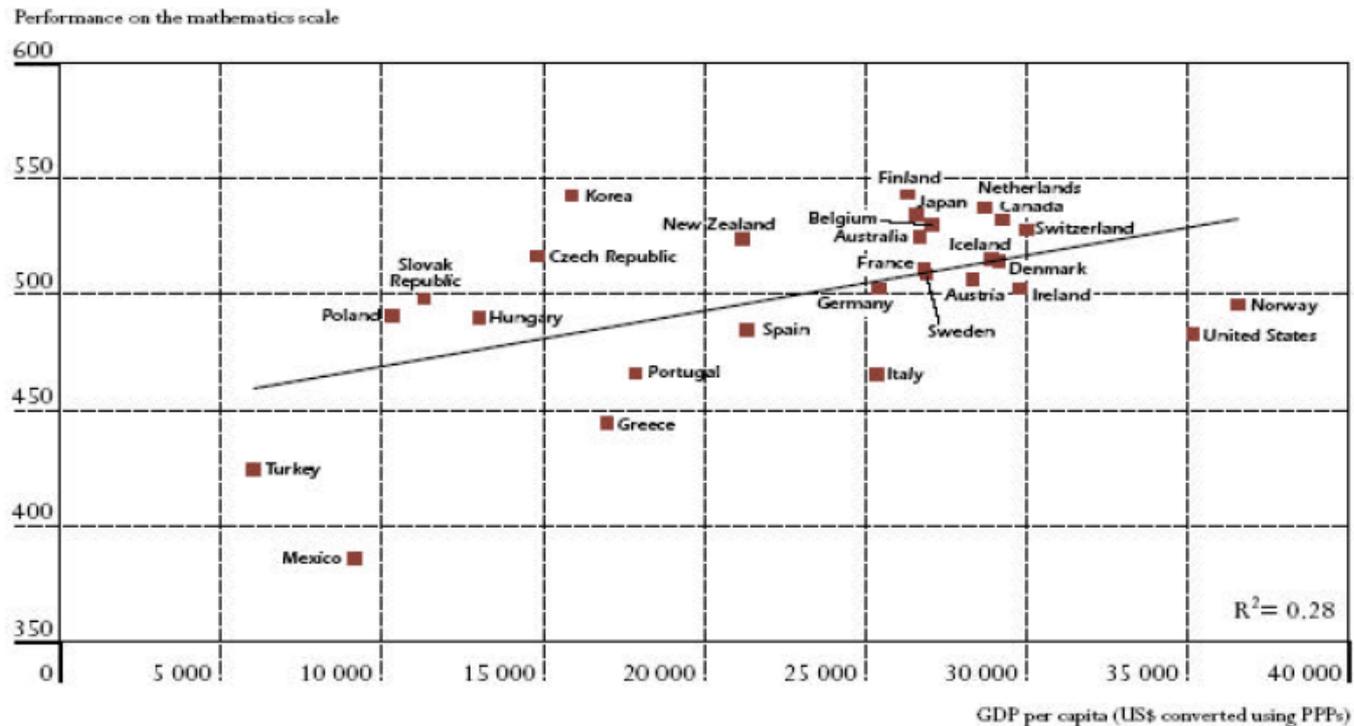
*Relationship between average performance across the combined reading, mathematical and scientific literacy scales and GDP per capita, in US\$, converted using purchasing power parities (PPPs)*



Source: OECD PISA database, 2003. Table 3.3.

## 8.4. Sistemas nacionales de innovación

**Figure 2.19 ■ Student performance and national income**  
*Relationship between performance in mathematics and GDP per capita, in US dollars, converted using purchasing power parities (PPPs)*



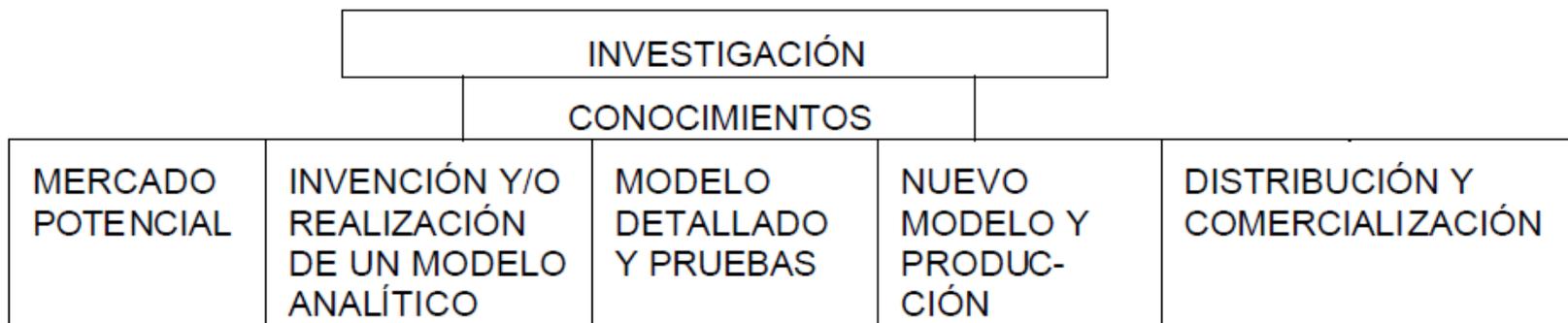
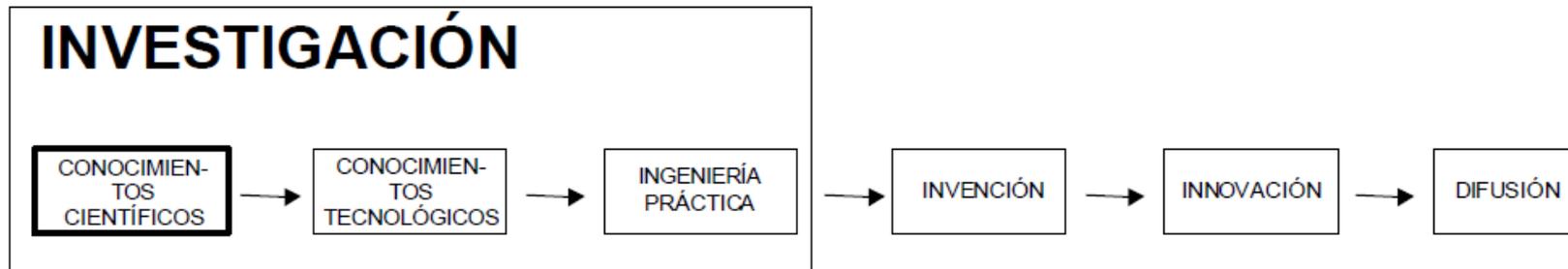
Source: OECD PISA 2003 database, Table 2.6.

## 8.4. Sistemas nacionales de innovación

### Sistema Nacional de Innovación:

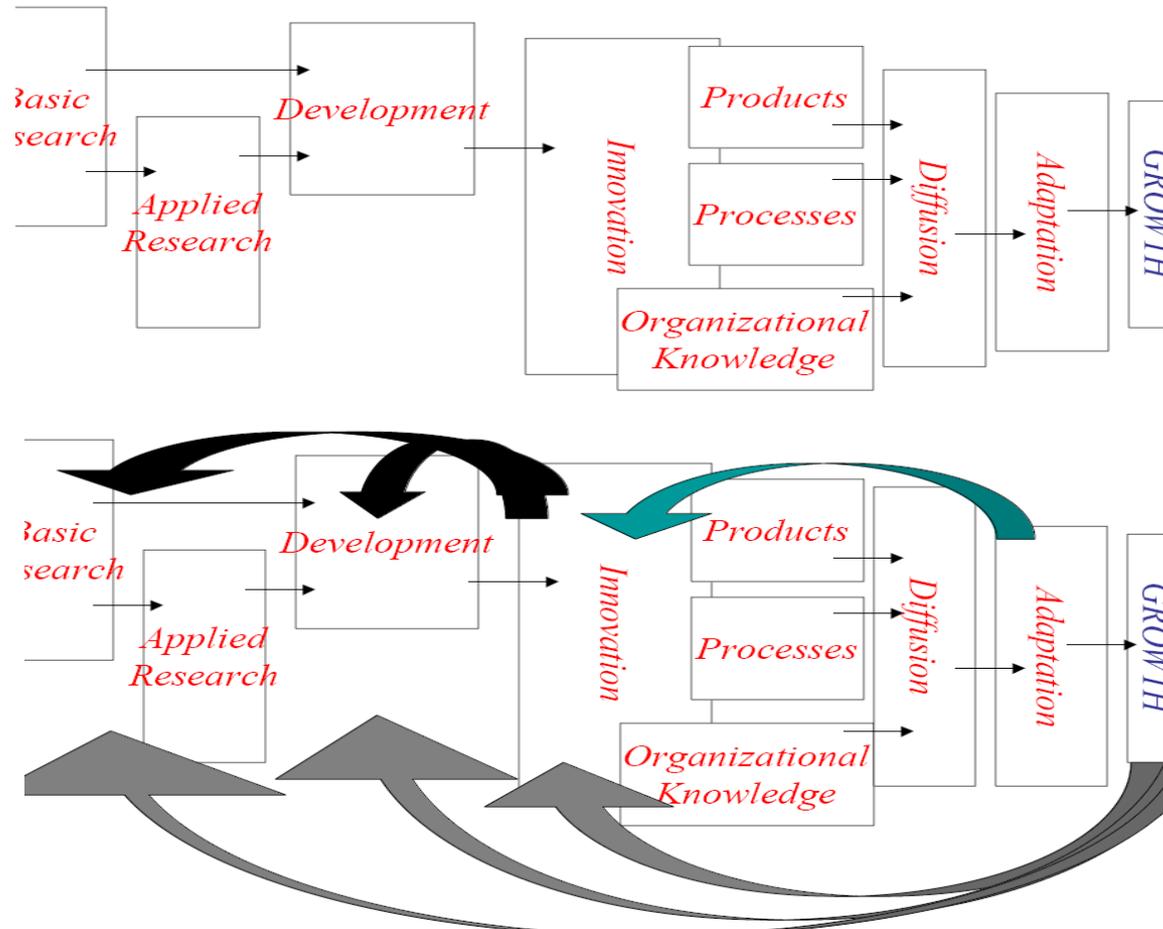
- ▶ Instituciones de educación y entrenamiento.
- ▶ Instituciones técnicas y científicas de investigación.
- ▶ Relación de aprendizaje interactivo productor-usuario.
- ▶ Acumulación y difusión de conocimientos/aprendizaje (cooperativo).
- ▶ Adaptación de tecnología extranjera (CATI).
- ▶ Promoción de industrias estratégicas.

**OCDE:** Manual de Oslo.



Fuente: L.Kline y N. Rosenberg. *An Overview of Innovation en R.* Landau y N. Rosenberg (eds) *The Positive Sum Strategy. Harnessing Technology for Economic Growth* (Washington DC: National Academy Press). 1986. p.289

# From R&D to growth and wealth



## 8.5 Innovación y difusión tecnológica: Competitividad

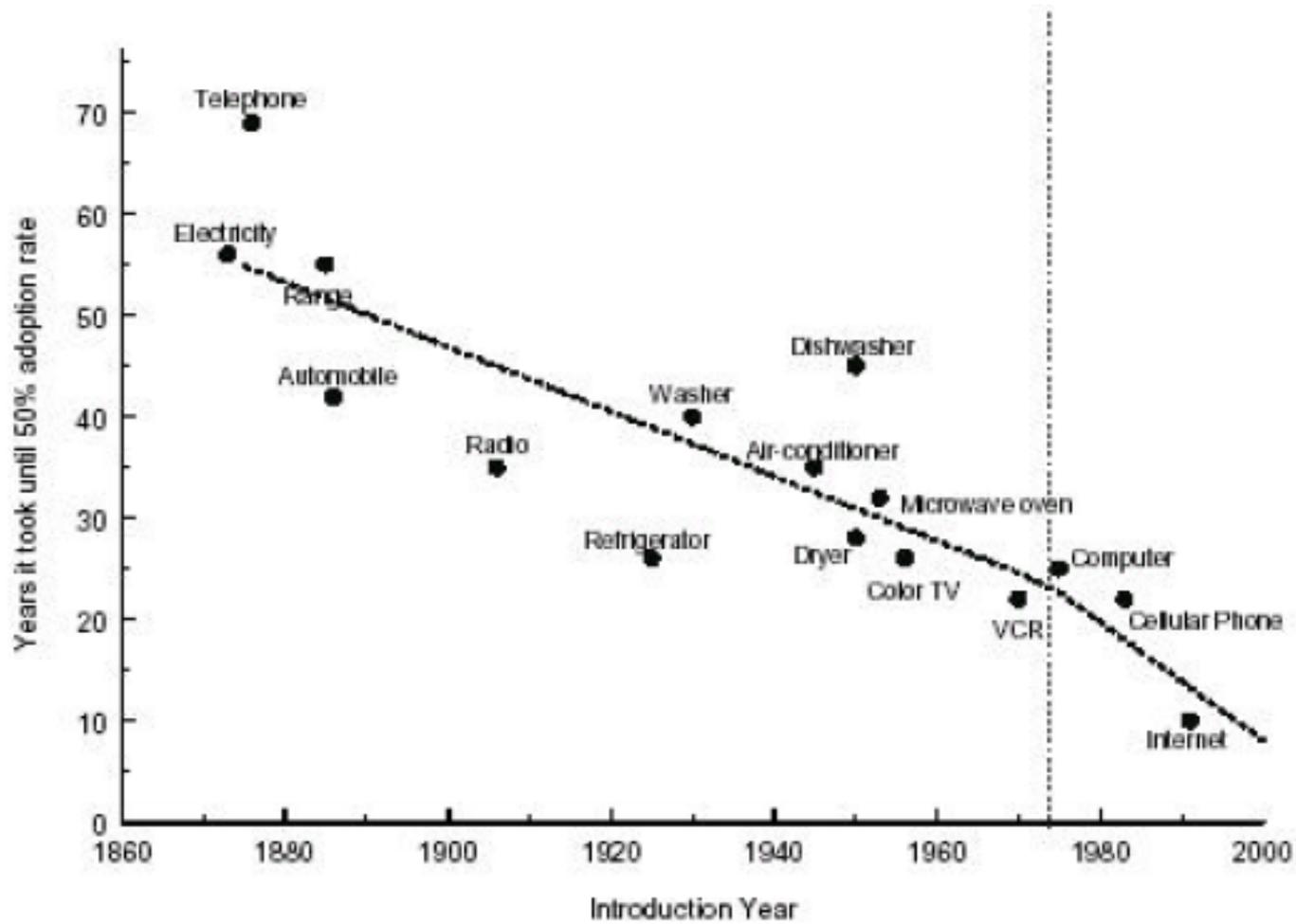
1. La «muerte de la distancia» (TIC: Internet) abre nuevos mercados y acceso a insumos, permitiendo que las formas más específicas de especialización en una producción "fragmentada" o "segmentada" y subcontratación.
2. Cambia la dinámica estructural de la actividad industrial, desplazando la producción y las exportaciones hacia los productos intensivos en tecnología.
3. Se hace imperativo para todas las actividades productivas el acceso constante y el uso de las nuevas tecnologías, al mismo tiempo aumenta el nivel mínimo de entrada para el uso eficiente de tecnologías.

# 8.5 Innovación y difusión tecnológica: Competitividad

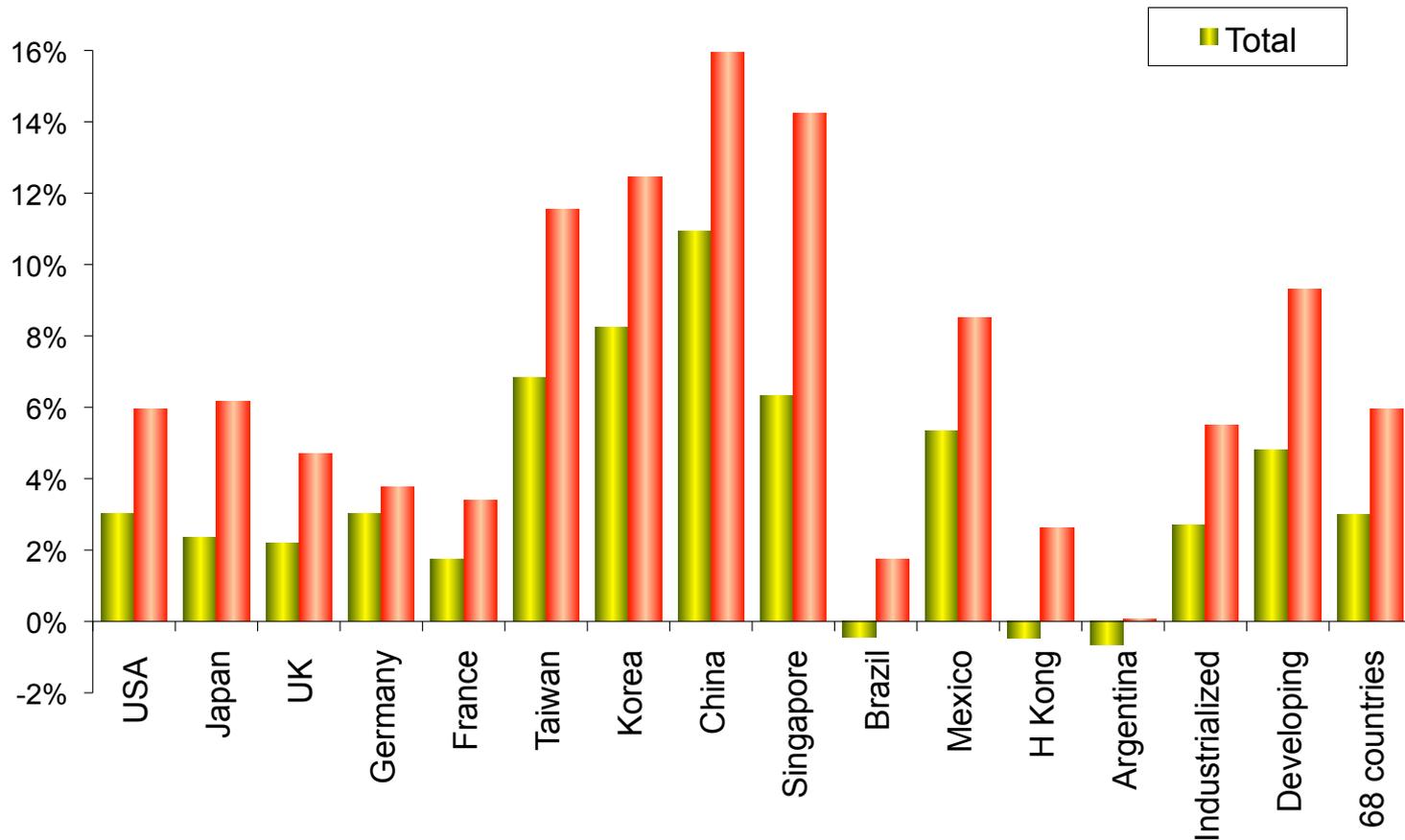
## Difusión

Años para la adopción por el 25% de los hogares		
Invento	Año de invención	Años
Electricidad	1873	46
Teléfono	1876	35
Automóvil	1886	55
Avión	1903	64
Radio	1906	22
Televisión	1926	26
Microondas	1953	30
Ordenador	1975	16
Teléfono móvil	1983	13
Internet	1991	7

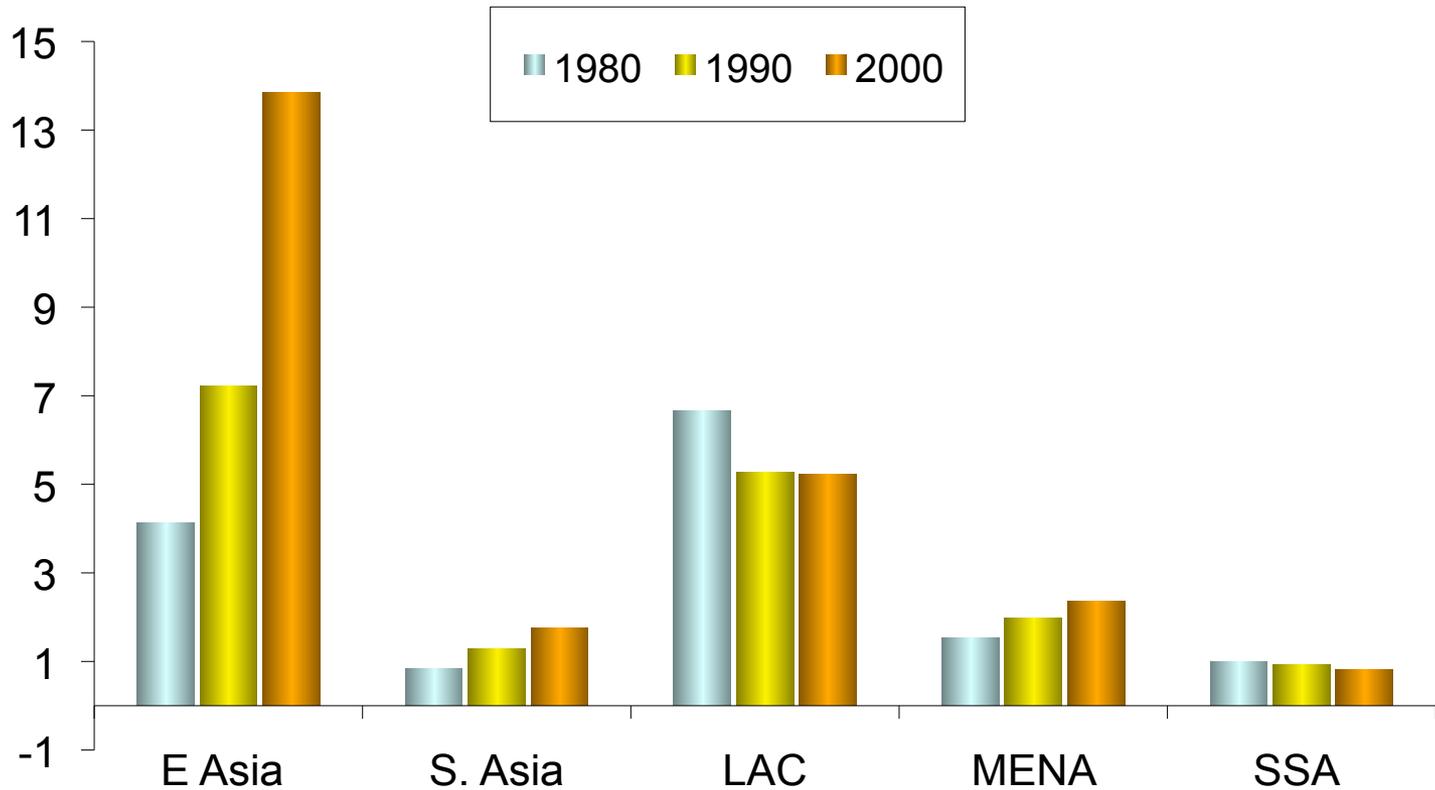
# Diffusion Half Lives



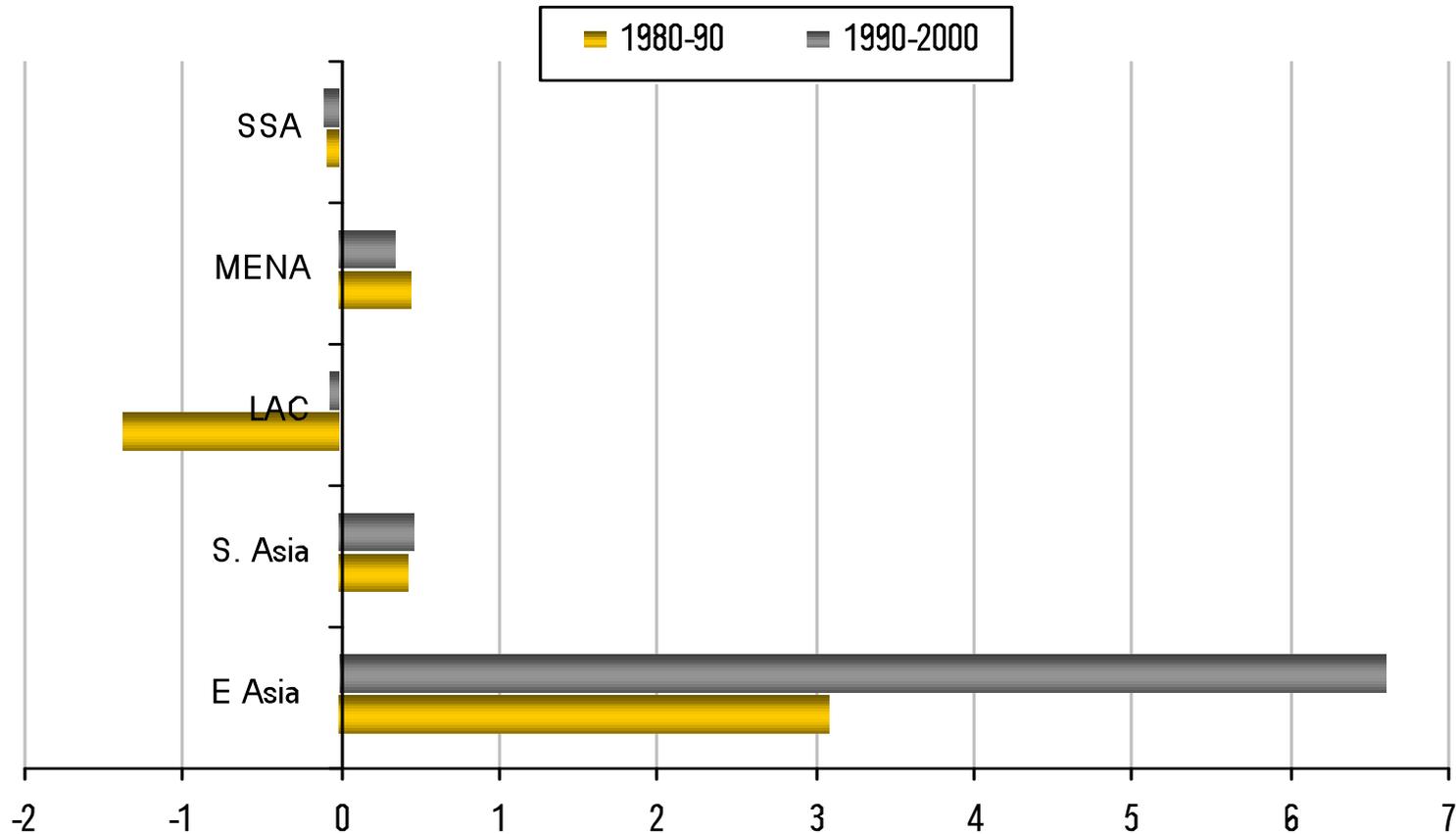
# Recent growth of hi-tech & other manufacturing production in 1980-2000 (US National Science Board)



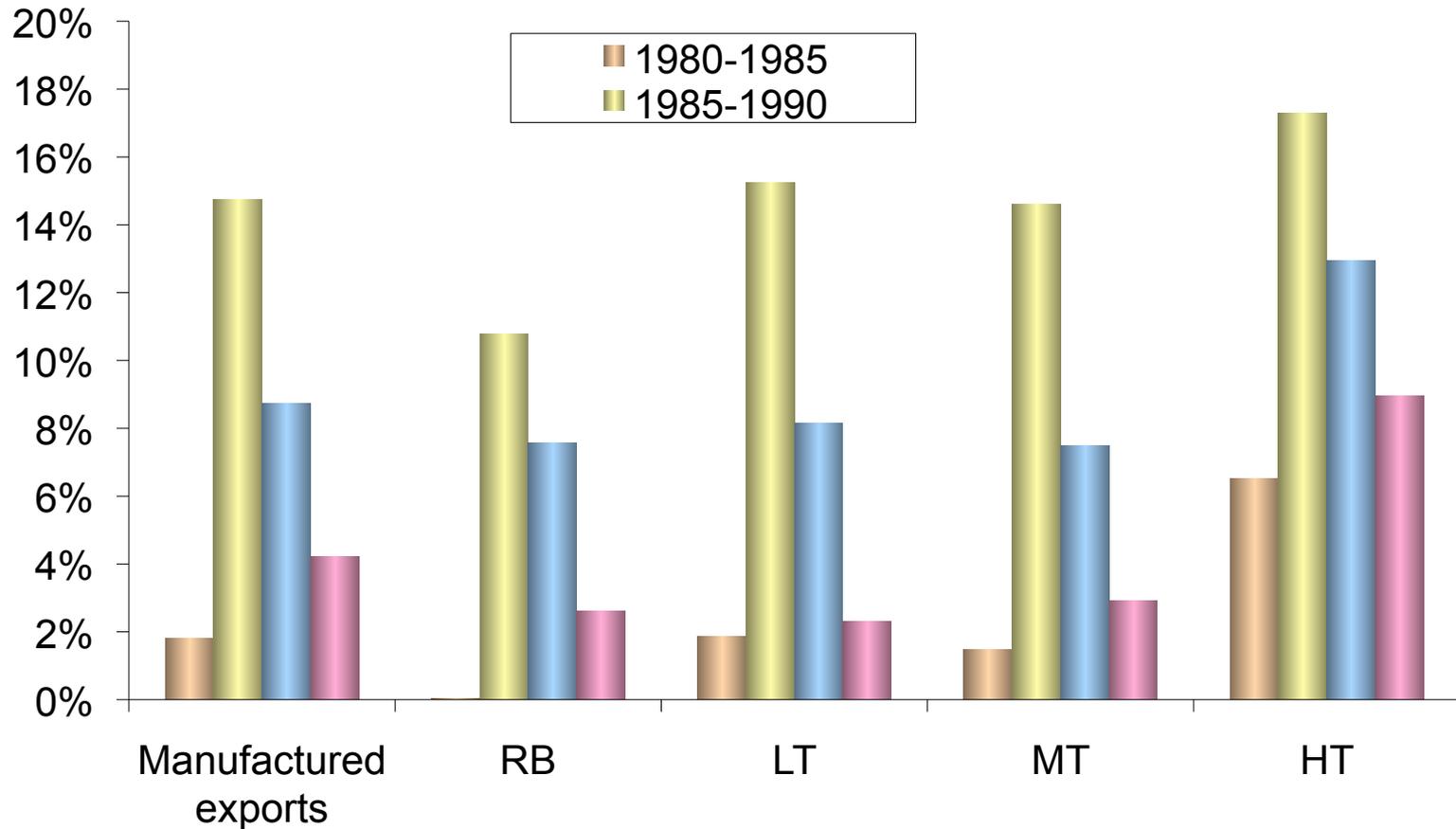
# Changing shares of global manufacturing value added (MVA) 1980-2000 (%)



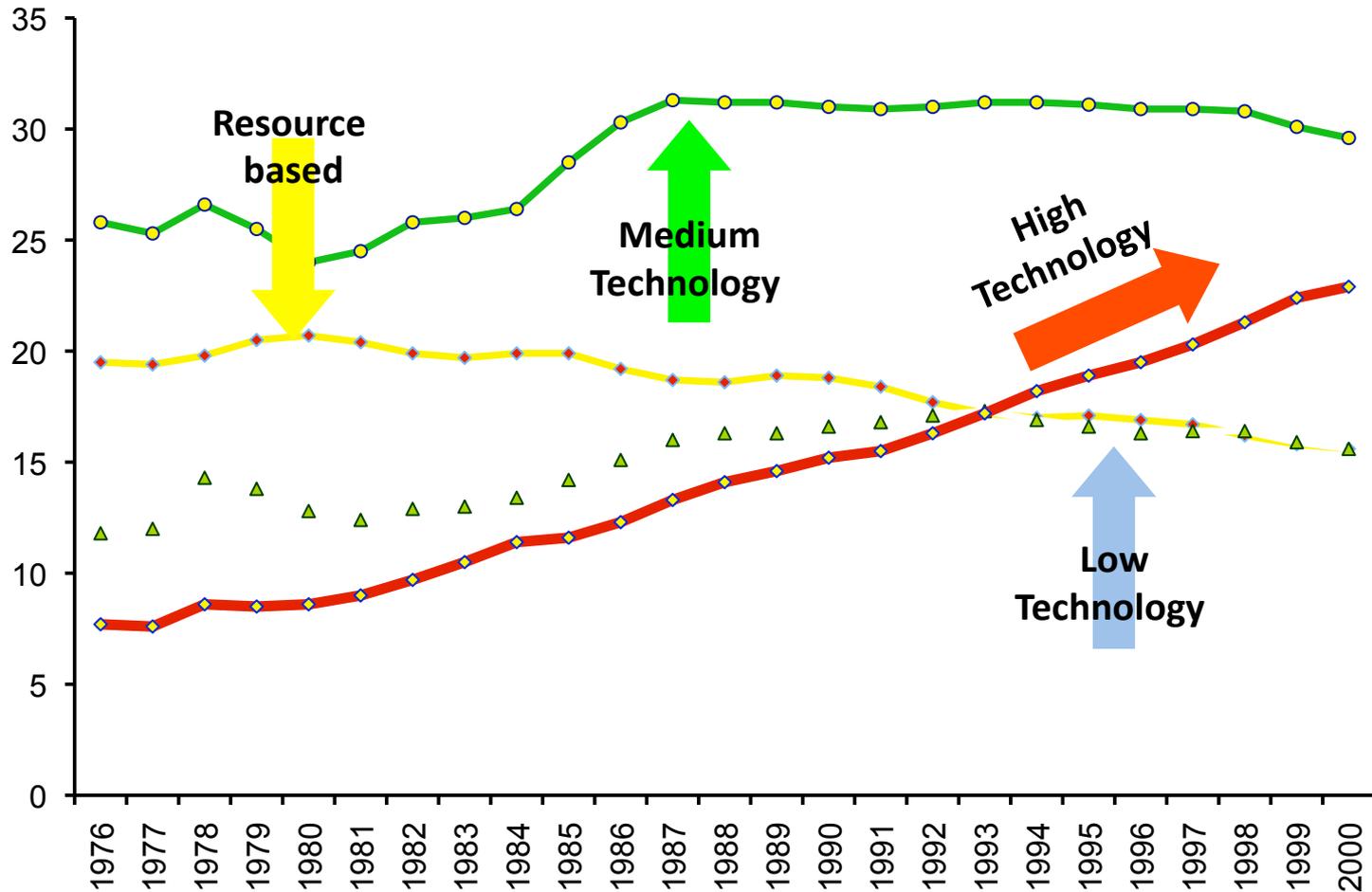
# Changes in shares of global MVA (% points)



# Growth rates of world exports by technology categories, 1980-2000



# Shares of manufactured products in world exports by technology (%)



## 8.5 Innovación y difusión tecnológica: Competitividad

1. Aprovechar la innovación requiere más que la apertura al comercio o la inversión extranjera directa: es necesario la construcción de capacidades para utilizar las nuevas tecnologías de manera eficiente y ascender en la escala de la tecnología.
2. Por lo tanto: la globalización abre nuevos mercados y aumenta la movilidad de recursos pero la competencia va más allá de los recursos primarios o la mano de obra barata-la competencia requiere la capacidad de aprovechar la innovación (CATI, CCTI).
3. La competencia requiere la internacionalización de las empresas (ETN: multinacionales de los países en desarrollo) en la innovación, la transferencia de tecnología, la producción y las exportaciones.

# Cuestiones abiertas

- Qué condiciones o pre-condiciones debe tener un SNI para captar y desarrollar capacidades tecnológicas. Qué políticas pueden promover la convergencia y el crecimiento de los PMD.
- Qué diferencia la CATI de la CCTI. En qué estado se situaría Brasil, Rusia, India, China, Sudáfrica, Argentina, Indonesia, Corea, México, Turquía, (Eslovenia, España, Grecia, Irlanda o Portugal).
- Qué ventajas pueden obtener los PMD de la difusión tecnológica asociada a la ETN. Cómo pueden estas incentivar o atrofiar el uso o la subutilización de factores productivos.
- Cómo afectan las estrategias exportadoras a las CATI y CCTI de los PMD.
- Qué importancia tienen los científicos, los ingenieros, los empresarios y las instituciones en la creación y desarrollo de capacidades para el desarrollo tecnológico y económico.