

Seminários sobre Inovação

Ciência e Tecnologia

IST 24 Mar. 2004

Luis Magalhães

*"O **crescimento económico** não é um bónus, ou um resultado, de uma política geral de afinar equilíbrios financeiros e macroeconómicos.*

*A longo prazo, o crescimento económico é **definido** sobretudo pelo **progresso tecnológico** e pela **acumulação de capital humano**, a qual determina o modo e a velocidade a que o **progresso tecnológico** penetra o tecido económico."*

(Third European Report on Science & Technology Indicators, CE, 2003)

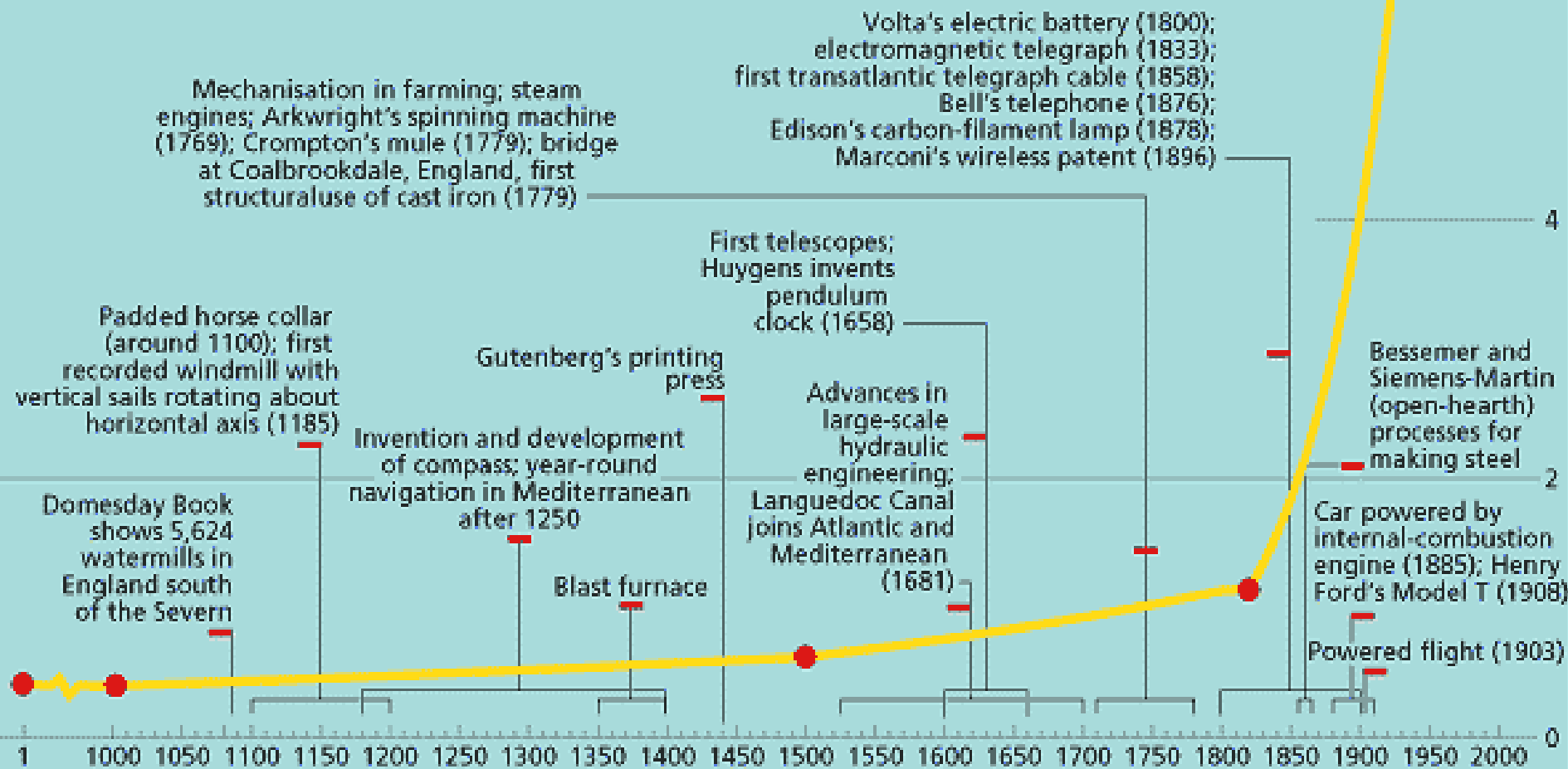
Acentuado crescimento do PIB *per capita* só depois de 1820

Causa: inovação tecnológica organizada

Take-off

GDP per person in Western Europe, \$'000, 1990 prices

The Economist, 31.12.1999



Source: Angus Maddison

[Factores de crescimento]

Fundamentação clássica:

Abramovitz, 1956; Solow, 1957 (PN 1987)

- No período 1870-1950, as *inputs* de **Capital e Trabalho** não contribuíram mais de **15%** para o crescimento do produto dos EUA
- Principal componente dos **85%** “residuais”: **inovação tecnológica**

[Factores de crescimento]

Estudo nos EUA, 2000

- O investimento na **investigação científica universitária** tem sido particularmente produtivo:

73% das citações nos registos de patentes nos EUA são de artigos da literatura científica académica produzida com financiamentos públicos
- **triplicou nos últimos 6 anos**

Institucionalização da I&D

“Invenção da invenção organizada” (Alemanha 1870's - Química)

- | | | |
|---|---|-------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Universidades baseadas na investigação
 modelo de von Humbolt (1810) - Berlim, <i>Technische Hochschule</i>, ...
 escolas de pós-graduação - EUA | 1850's-
1890's- | Portugal
1970's-
1978- |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Laboratórios industriais de I&D
 tinturaria, fotografia, farmacêutica, borracha, petróleo
 electricidade, iluminação, maquinaria eléctrica, electro-domésticos
 motor de combustão interna, automóvel, avião
 comunicações, electrónica, computadores
 biotecnologia | 1870's-
1900's-
1910's-
1910's-
1970's- | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Laboratórios do Estado | 1920's- | 1936- |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Esforço de Guerra - EUA
 NRL, II Guerra Mundial (OSRD), "Guerra Fria"-Sputnik
 penicilina, radar, comunicações móveis, hidrofones, sonar,
 computador electrónico (ENIAC), criptografia, detonador de proximi-
 dade, veículos anfíbios, foguetes, bomba atómica - programa espacial, ... | 1923, 1941, 1956-90 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Agências públicas de coordenação e financiamento de I&D por contrato
 (ONR, AEC, NSF, ...) | 1946, 1946, 1950's- | 1967
1978-
1987- |
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Laboratórios Internacionais (CERN, ...) | 1950's- | 1985, 97- |

[C&T Industrial]

"Invenção da invenção organizada": Alemanha tinturaria, fotografia, farmacêutica

- **BASF** (*Badische Anilin und Soda Fabrik*) **alizarina** (1868), **indigo** (1880)
- **Höchst** **anilina e fucsina** (1863), **alizarina, benzeno, naftaleno, fenol, clorofórmio e éter** (1870s), **antipiréticos, analgésicos** (1880s), **sedativos, Novocaina, vacinas e soros p/ cólera, tifo, difetria, tétano** (1890s), **indigo** (1901)
- **Bayer** **alizarina** (1870s), **azos** (1884), **analgésicos, sedativos** (1888), **Bayer's Central Scientific Facility** - industrialização da invenção (1891), **borracha, produtos p/ fotografia, remédios p/ diarreia e lepra, Aspirina** (1897), **plásticos, vernizes, insecticidas, resinas, perfumes, fibras celulósicas, fertilizantes, munições, pneus de borracha sintética** (1910)
- **AGFA** (*Aktiengesellschaft für Anilin-Fabrikation*)

[C&T Industrial]

tinturaria, fotografia, farmacêutica, borracha

- Eastman Kodak (1896), Kodak Research Labs (1913) óptica, reprodução de cores
- DuPont DuPont Eastern Lab (1902) explosivos, tinturaria, filmes, pigmentos, lacas, tintas (1920s), Viscose, Celofane, Teflon, Neoprene (1930), Nylon (1934), Dacron, Mylar, Orlon (1950s), cristais líquidos, Kevlar (1960s), biologia, Dupont-Merck Pharmaceutical Co. (1990)
- Parke, Davis vitaminas, hormonas, remédios p/ lepra, epilepsia, sífilis, alergias (1910s)
- American Cyanamid (1912) químicos de mineração, farmacêuticos, produtos de carvão
- United States Rubber (1912) borracha
- Goodrich (1912) plásticos, resinas de Polivinil
- Dow Chemical (1919) Aspirina, tinturaria, perfumes, ligas de magnésio, maquinaria e ferramentas
- Imperial Chemical Industries (1930s) pesticidas, farmacêuticos, detergentes, resinas, lacas, tinturaria, borracha Polietileno (1935)

[C&T Industrial]

electricidade, iluminação, maq. eléctrica, electro-domésticos

- **Siemens** **dínamo eléctrico** (1866), **lâmpada de raios-X** (1896), **lâmpada de filamento de tântalo** (1905), instrumentos de corrente alternada, **pirómetros** (1930s), **reactores nucleares**, **automação**, **turbinas**, **transformadores**, **geradores** (1950s-), **limitadores de corrente supercondutores** (1997)
- **GE** **GE Research Lab** (1900), **lâmpada metalizada** (1905), **lâmpada de tungsténio** (1907), **lâmpada incandescente com nitrogénio** (1912), **equipamentos de raios-X** (1913), **tríodo** (1919), **PN de Langmuir** química de superfícies (1923), **energia nuclear**, **semicondutores**, **ligas metálicas para turbinas jacto**, **diamantes sintéticos**, **1 PN** (1956-87), **programa de qualidade Seis Sigma**, **estatística industrial**, **planos de produção multi-geracionais** (1995), **sistema digital de raios-X** (1998)
- **Westinghouse** (1902) **produção de energia eléctrica**, **iluminação**, **electro-domésticos**, **rádio** (1920), **televisão**, **equipamento de raios-X** (1930s), **Westinghouse Science and Technology Center** (1955)

[C&T Industrial]

motor de combustão interna, automóvel

- DELCO (1909) investigação para a indústria automóvel: motor de arranque, ignição eléctrica, gerador eléctrico a motor
- GM (1911) análise e teste de metais, GM Research Co. (1920) refrigeração de motores a ar, redução de consumo de gasolina, travões às quatro rodas, motores diesel, Tetraetil, Freon, GM Technical Center (1956)
- Ford (1951), Research and Engineering Center (1953) investigação relacionada c/ transportes

[C&T Industrial]

petróleo

- Standard Oil of California (1920)
- Standard Oil of Indiana (1922)
- Atlantic Refining Co (1924)
- Shell Development Co. (1928)
- Standard Oil Development Co. (1928)
- Gulf Research & Development Co. (1928)
- Exxon (1968)

refinação, métodos catalíticos (1930s), borracha, fertilizantes, detergentes, alcoóis, insecticidas

[C&T Industrial]

comunicações, electrónica, computadores

- **AT&T** AT&T Research Lab (1912) amplificadores, tríodo (1913), Bell Labs (1925), PN de Davison natureza ondulatória do electrão (1937), física do estado sólido, Transistor (1947), satélites de comunicações (1962), comunicações c/ lasers, fibras ópticas (1963), 6 PNs (1956-87), Unix, linguagem C (1980s-), Lucent Technologies (1996), compressão de imagens (1997), interruptor óptico, *MEMS-Micro Electro-Mechanical Systems* (1990s-), +4 PN
- **Siemens** Siemens Research Lab (1914), válvulas de amplificação, teoria de semicondutores (1930s), microscópio electrónico (1939), semicondutores de gálio (1952), sílica de qualidade para semicondutores (1953), Central Lab (1965), lasers, LEDs (1970s-80s), Siemens Corporate Research Inc, Princeton (1977), imageologia médica, reconhecimento de fala e gestos, biométrica, interfaces virtuais (1990s-), endoscópio virtual (1997), *Biometric Sensor Fingertip* (1998)

[C&T Industrial]

comunicações, electrónica, computadores

- NEC (1924) equipamento foto-telegráfico (1928), Central Lab (1939), radio, electrónica, comunicações em micro-ondas, TV (1940s), fecho (1949) e reabertura (1953) dos labs, Central Research Lab, Kawasaki (1975), fibra de carbono, displays de cristais líquidos, optoelectrónica, semicondutores (1970s-80s), NEC Research Institute (1990), nanotecnologia, bioinformação, memória holográfica, watermarking, NuCycle (1998)
- RCA (1941) rádio, radar, válvulas electrónicas (1940s), David Sarnoff Research Center (1951), electrónica de componentes, computadores digitais (1950s)
- IBM Department of Pure Science (1944), cálculo científico, electrónica, semicondutores, Ressonância Magnética Nuclear (1950s), disco rígido magnético (1956), FORTRAN (1957), Thomas J. Watson Research Center (1960), célula de memória magnética (1960s), bases de dados relacionais (1970), FET-Field Effect Transistor (1970s), arquitectura RISC (1980), microscópio de efeito de tunel (1981), supercondutividade a alta temperatura (1986), epidemiologia matemática aplicada a vírus informáticos, Anti-Virus Center (1989), SP Scalable Parallel Supercomputer (1996), Digital Immune System (1997), Microdrive, reconhecimento de fala (1998), 5 PNs (1956-87)

[C&T Industrial]

comunicações, electrónica, computadores

- Texas Instruments transistor de sílica (1953), Circuito Integrado (1958)
- XEROX Webster Research Center (1964) xerografia, PARC-Palo Alto Research Center (1970) interface gráfica p/ computadores (*desktop*, janelas sobreponíveis, *folders*, *pull-down* menus, programação orientada p/ objectos, processamento de texto p/ não especialistas), impressora laser, Ethernet (1973), *scanning*, tradução, autorização, autenticação, computação ubíqua, leitura electrónica (1990s), Xerox Research Center of Canada (1974) novas tintas e toners, Xerox Research Center Europe Cambridge, Grenoble (1980s-90s)
- HP HP Labs (1966), calculadoras programáveis (1960s-70s), LEDs, impressão Inkjet (1978), impressão laser, fotografia digital, BRIMS-Basic Research Institute in the Mathematical Sciences, Bristol (1995) computação quântica, *scanner* de mão (1999), imageologia, segurança, óptica, biométrica
- INTEL Memory Chip (1K), Microprocessador (1971), Intel Components Research (1985), litografia, modelação de falhas, Architecture Labs (1991), domótica, síntese de fala, Microprocessor Research Lab (1995)
- Microsoft Microsoft Research (1991) fala, processamento de linguagem natural, gráficos, livros electrónicos, ClearType (1998)

[C&T Industrial]

biotecnologia

- 1953 Estrutura do DNA - PN de Watson e Crick (1962)
- 1967 1º sequenciador de proteínas
- 1971 Conceito da PCR-Polymerase Chain Reaction
- 1973 Técnica de DNA recombinante - patente U. Stanford (1980)
- 1976 1ª empresa de biotecnologia: Genentech
- 1978 Genentech e Eli Lilly produzem insulina humana recombinante
- 1983 Técnica de PCR - PN de Mullis (1993)
- 1984 DNA fingerprinting, Chiron clona e sequencia vírus HIV, Amgen e Kirin produzem EPO-Erythropoietin
- 1985 Genentech comercializa HGH-Human Growth Hormone

[C&T Industrial]

biotecnologia

- 1986 Planta do Tabaco GM, Ortho Biotech comercializa 1º tratamento com anticorpos monoclonais, Chiron comercializa 1ª vacina humana da Engenharia Genética: Hepatite B
- 1987 1º teste de bactéria de Eng. Genética em plantações
- 1989 Amgen comercializa Epogen p/ anemia de doença renal
- 1990 Aditivo alimentar Renina Recombinante, 1ª terapia genética humana - doença imunológica
- 1994 Calgene comercializa 1ª planta GM: Tomate Flavr Savr
- 2000 Celera Genomics e Human Genome Project completam o esboço do Genoma Humano, "Golden Rice" p/ deficiências de vitamina A e ferro

[C&T Industrial]

divisões, labs ou centros de I&D

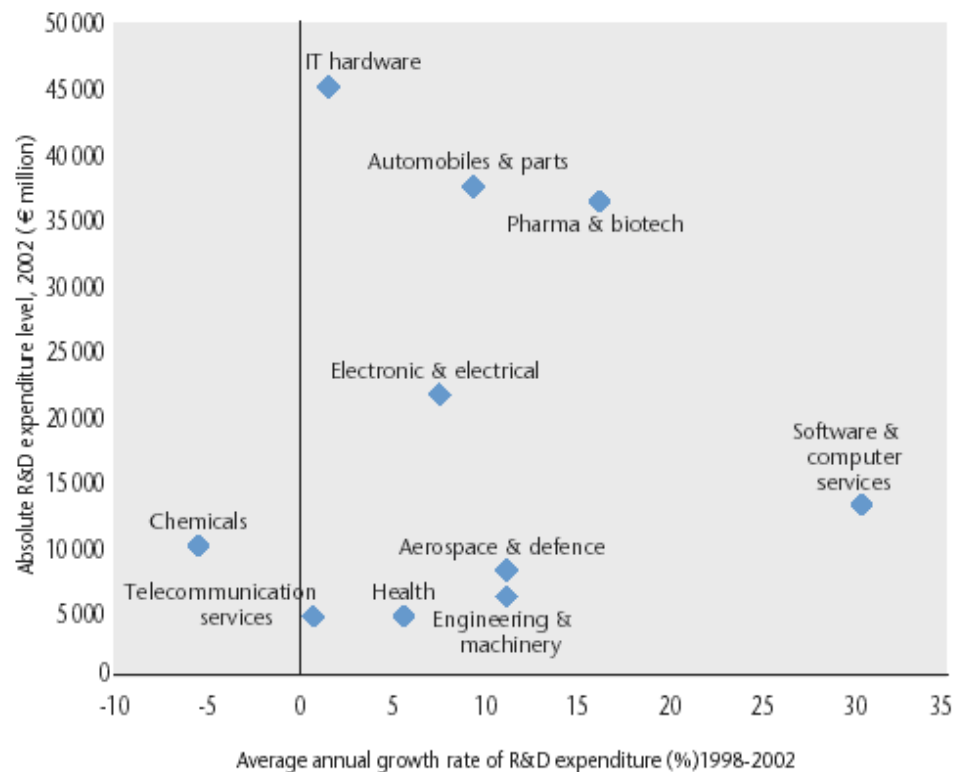
cientistas/técnicos – orçamento (milhões)* – locais (1998)

■ IBM	2.600	\$550	NY, San Jose-Ca, Austin-TX, Zurique, Pequim, Deli, Yamato, Haifa
■ Siemens	1.600	\$306	Munich, Erlangen, Princeton
■ NEC	1.400	\$290	Kawasaki, Sagamihara, Ohtsu, Ikoma, Fuchu, Tsukuba, Princeton, Berlim, Bona
■ GE	1.130	\$190	Schenectady-NJ
■ Lucent/ Bell Labs	1.200	\$310	Murray Hill-NJ, Holmdel-NJ
■ Xerox	1.320	\$250	Palo Alto-CA, Webster-NY, Grenoble, Cambridge, Mississauga-Canada
■ HP	800	\$278	Palo Alto-CA, Bristol
■ INTEL	160	\$30	Santa Clara-CA, Hillsboro-OR, Pequim
■ Microsoft	500	\$100	Redmond-Wa, San Francisco-CA, Cambridge, Pequim

*orçamento total de I&D: 10x a 15x mais excepto Microsoft 30x e Intel 100x

[C&T Industrial]

Despesa em I&D das 300 empresas mundiais com despesas mais elevadas nos sectores seleccionados: **valor da despesa (2002) versus crescimento médio anual em 1998-2002**



Source: DG Research

Key Figures 2003-2004

Data: R&D Scoreboard 1999, 2003, DTI Future & Innovation Unit and Company Reporting Ltd.

Note: (!) The 2002 categorisation of sectors is used. The 1998 one differs somewhat for a number of sectors, e.g. 'Automobiles', 'Pharmaceuticals', 'Software & IT services', 'Telecommunications'.

[C&T Industrial]

Razões p/ actividades de C&T nas empresas

- Melhorar produtos e processos
- Desenvolver métodos avançados de controlo de qualidade
- Estabelecer ambientes de excelência e descoberta p/ atrair pessoas altamente qualificadas e inovadoras
- Manter liderança numa área tecnológica, quando patentes expiram, tecnologias rivais emergem ou legislação de concorrência (*antitrust*) é imposta
- Desenvolver patentes p/ dominar áreas de negócio ou obter poder negocial em alianças estratégicas c/ objectivos de aceder a tecnologias adicionais, ou alargar mercados ou serviços

[C&T Industrial]

Razões p/ actividades de C&T nas empresas

- Fornecer “variação genética” para **aumentar a adaptabilidade** a mudanças e a **sobrevivência a longo prazo** por diversificação de produtos
- Assegurar a capacidade de integração de tecnologias diversas (e.g., **computação-medida-software; computação-comunicação-broadcasting; computação-estatística-biologia molecular**)
- **Clarificar caminhos para desenvolvimento futuro e identificar as tecnologias centrais de negócios futuros antes de períodos de “crise”.** Assegurar **potencial para “reinventar a empresa”**

[C&T Industrial]

Razões p/ actividades de C&T nas empresas

- **Estar preparado para gerações futuras de produtos** determinadas por mudanças de mercados, factores de produção ou legislação reguladora.
- **Assegurar capacidade interna de interlocução c/ universidades** - uma fonte de pessoas e ideias
- **Construir prestígio no mercado** com a demonstração de capacidade inventiva na fronteira da inovação (e.g., IBM "Deep Blue")
- *"You get more ideas by thinking big than by thinking small"*
(Nathan Myhrvold, matemático, CTO da Microsoft)

[Inovação Baseada em Ciência]

Tipos de produção directamente baseada em Ciência

- **Produção industrial madura potencialmente em crise**
(e.g., indústria de engenharia de integração tecnológica, indústrias automóvel, aeroespacial, alimentar, petrolífera, ...)
- **Produção de novos produtos**
(e.g., indústria de computadores e comunicações, biotecnologia, tecnologias da saúde)
- **Produção de infraestruturas**
(e.g., indústria de serviços financeiros [gestão de portfolios, risco e derivados], indústria de educação e investigação)

[Inovação Baseada em Ciência]

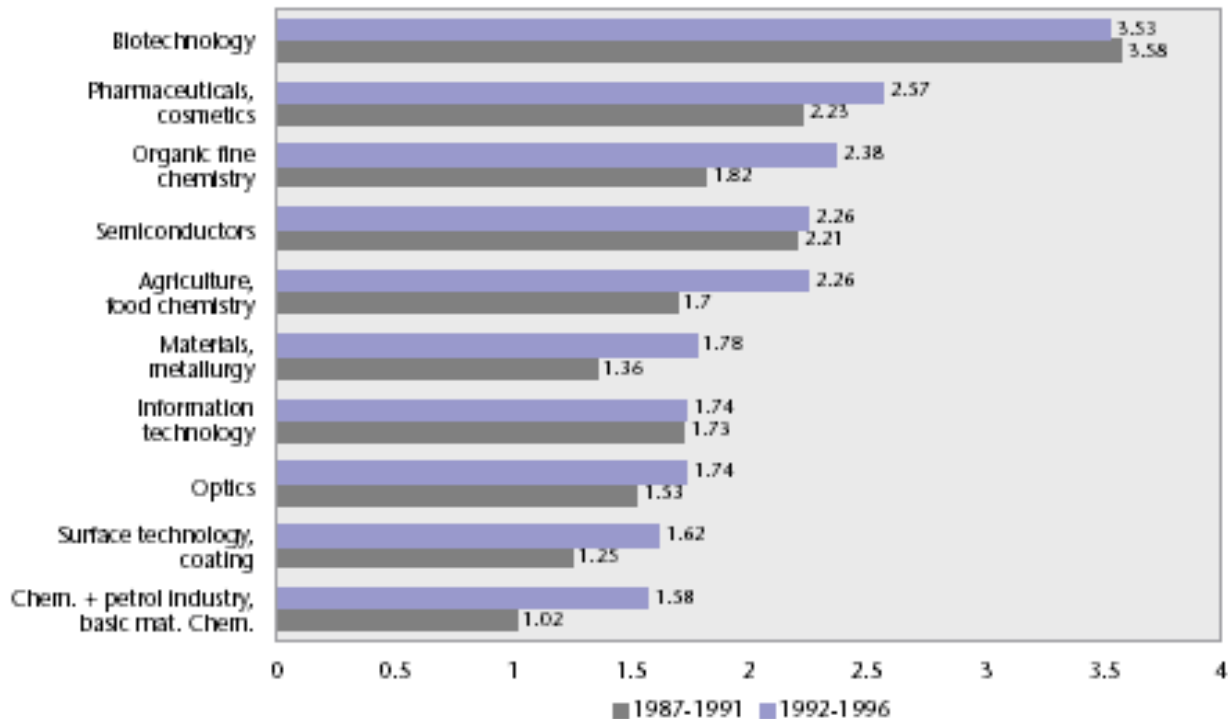
Todos os campos onde o avanço tecnológico foi rápido tiveram uma forte base científica

- Em tecnologias fortemente apoiadas em ciência os caminhos para os sucessos são mais claros
- A ciência fornece métodos eficientes de experimentação e teste para novos desenvolvimentos
(e.g., estações piloto, túneis de vento, simulações computacionais, ...)

Inovação Baseada em Ciência

interacção entre a ciência e a tecnologia

Nº médio de artigos em patentes nos 10 domínios tecnológicos mais intensivos em ciência (patentes na Europa)



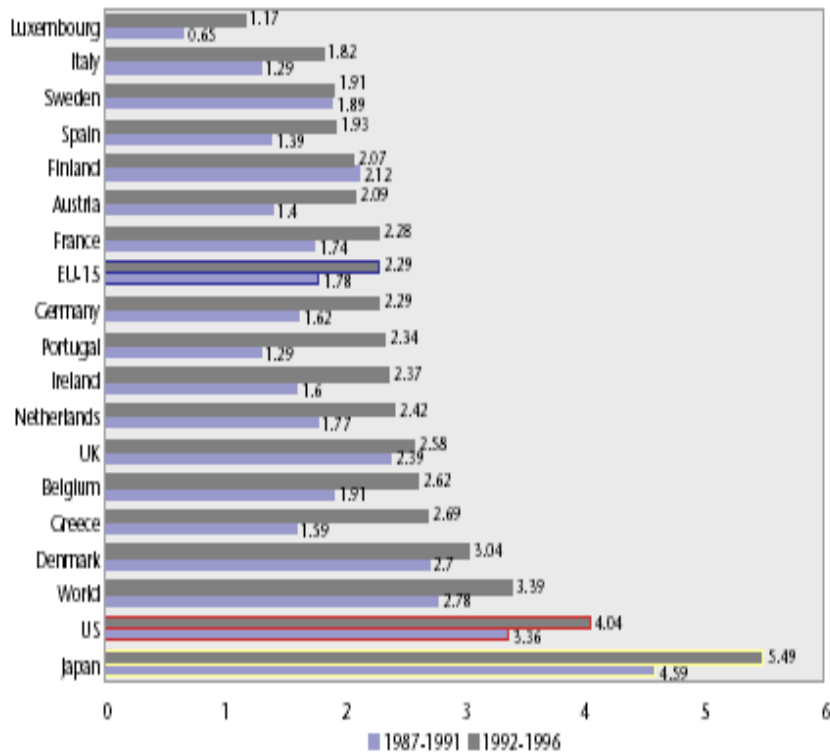
Source: DG Research

Data: EPO data processed by Incentim-K.U. Leuven

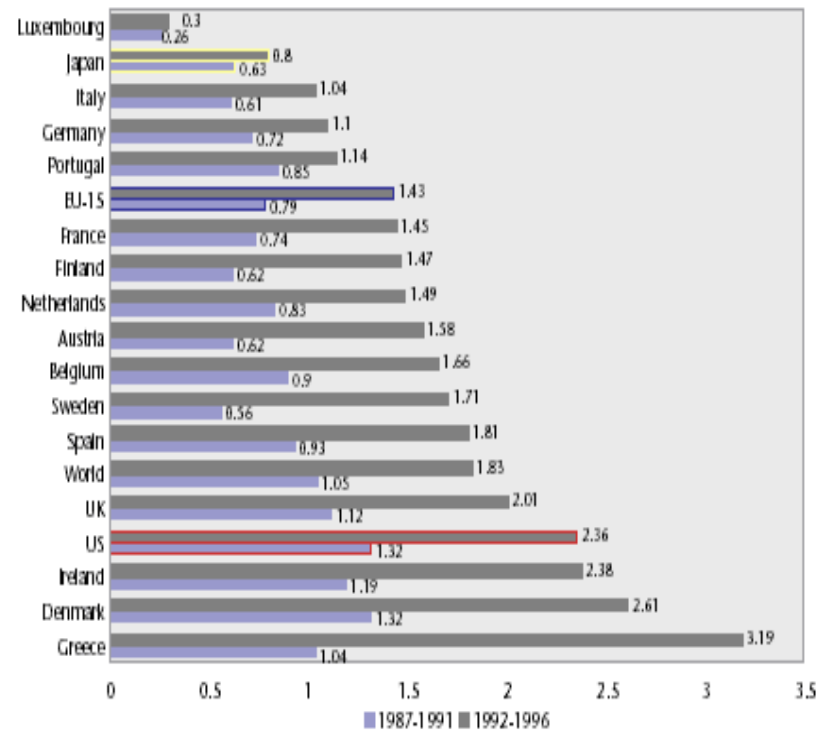
Inovação Baseada em Ciência

interacção entre a ciência e a tecnologia

Nº médio de artigos científicos em patentes na Europa



Nº médio de artigos científicos em patentes nos EUA

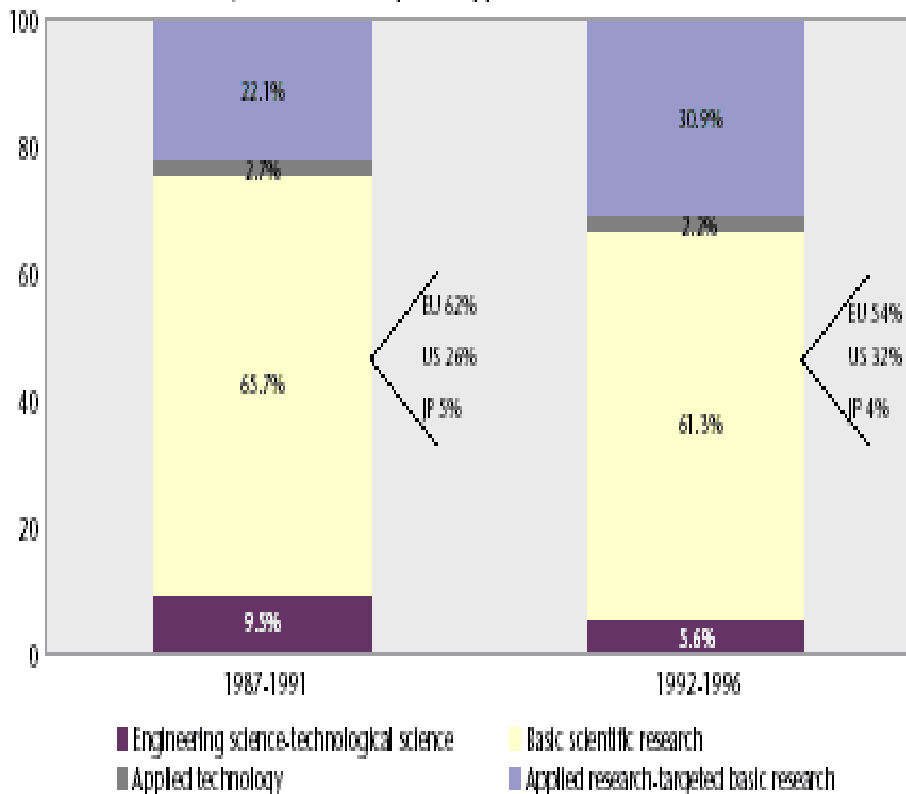


Inovação Baseada em Ciência

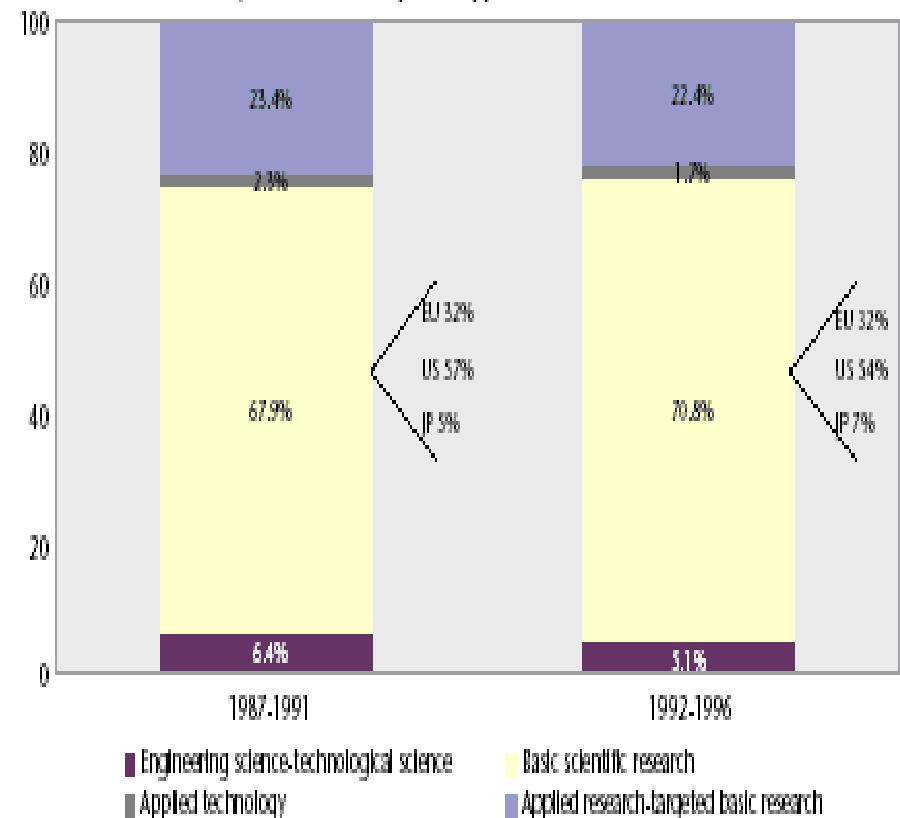
interacção entre a ciência e a tecnologia

Base científica das patentes registadas na Europa e nos EUA

a) Science base of patent applications of EU inventors



b) Science base of patent applications of US Inventors



[Inovação Baseada em Ciência]

ciências básicas da inovação tecnológica

- Mecânica de corpos rígidos e de meios contínuos
(fluidos, elasticidade, termodinâmica, electromagnet., ...) sec. XVIII-XIX
- Física e Química moleculares sec. XIX
- Física nuclear, quântica e do estado sólido sec. XX
- Biologia celular, Microbiologia,
Bioquímica, Biologia molecular sec. XX
- Matemática (análise, álgebra, geometria,
topologia, teoria da probabilidade, otimização,
combinatória, lógica, teoria dos números, ...) sec. XIX-XX

*"The high technology so celebrated today
is essentially a mathematical technology"*

(Edward E. David, Presidente do Dept. de I&D, Exxon Co.)

[Educação da população]

factor crítico p/ a economia baseada no conhecimento

Não é possível incorporar e sustentar na produção de uma empresa conhecimento e tecnologia aos quais os seus recursos humanos não tenham bases para se adaptarem.

A inovação de produtos, processos ou organização com base em C&T exige recursos humanos com uma elevada base educacional e preparação para aprendizagem ao longo da vida.

"In every section of the entire area where the word science may properly be applied, the limiting factor is a human one.

[...]

So, in the last analysis, the future of science in this country will be determined by our basic educational policy."

(James Bryant Conant, President of Harvard University, 1933-1953)

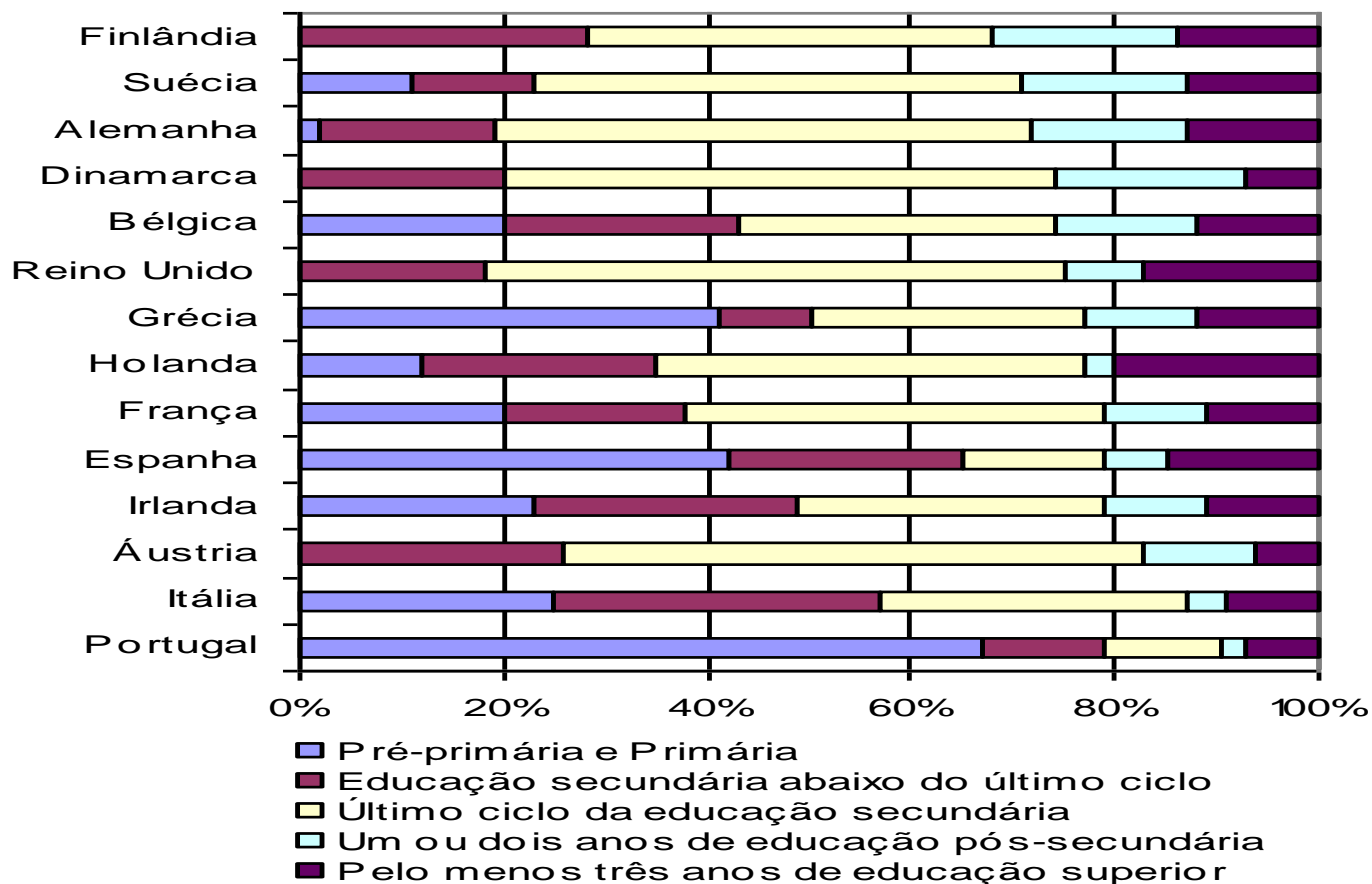
Educação da população

factor crítico p/ a economia baseada no conhecimento

Nível educacional atingido pela população de 25 a 64 anos de idade, 1999.

(por ordem decrescente de percentagem da população com educação pós-secundária)

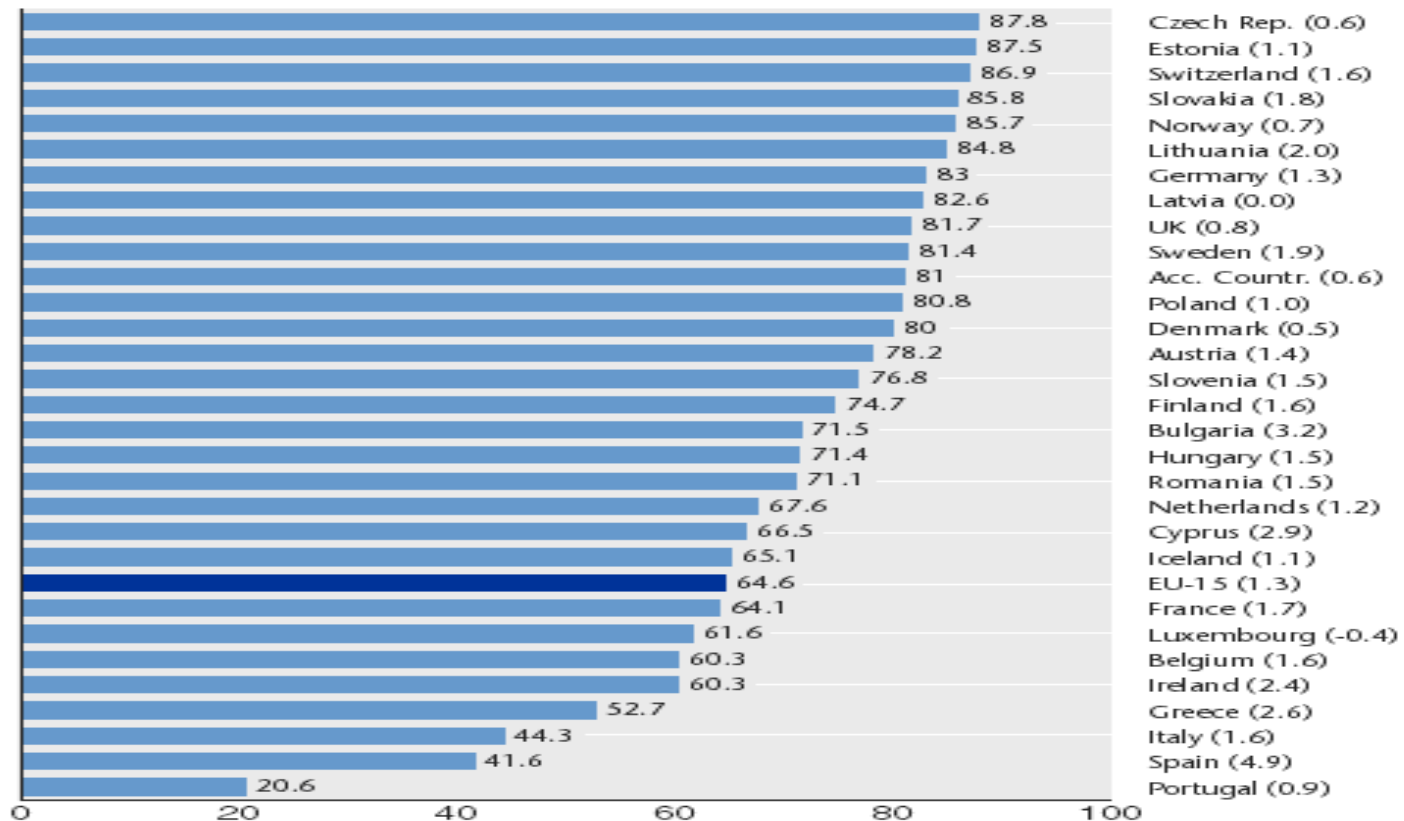
(Fonte: Education at a Glance, 2001 Edition, OCDE)



[Educação da população]

factor crítico p/ a economia baseada no conhecimento

População de 25 a 64 anos de idade que concluiu a educação secundária completa (%), 2002.
Entre parêntesis: crescimento médio anual (%) em 1998-2002



Source: DG Research

Data: Eurostat NewCronos database

Notes: (?) or nearest available years: DE, LU, UK, EU-15, CY, BG: 1999-2002; IE, IS: 2000-2002. SE: break in series between 2000 and 2001.

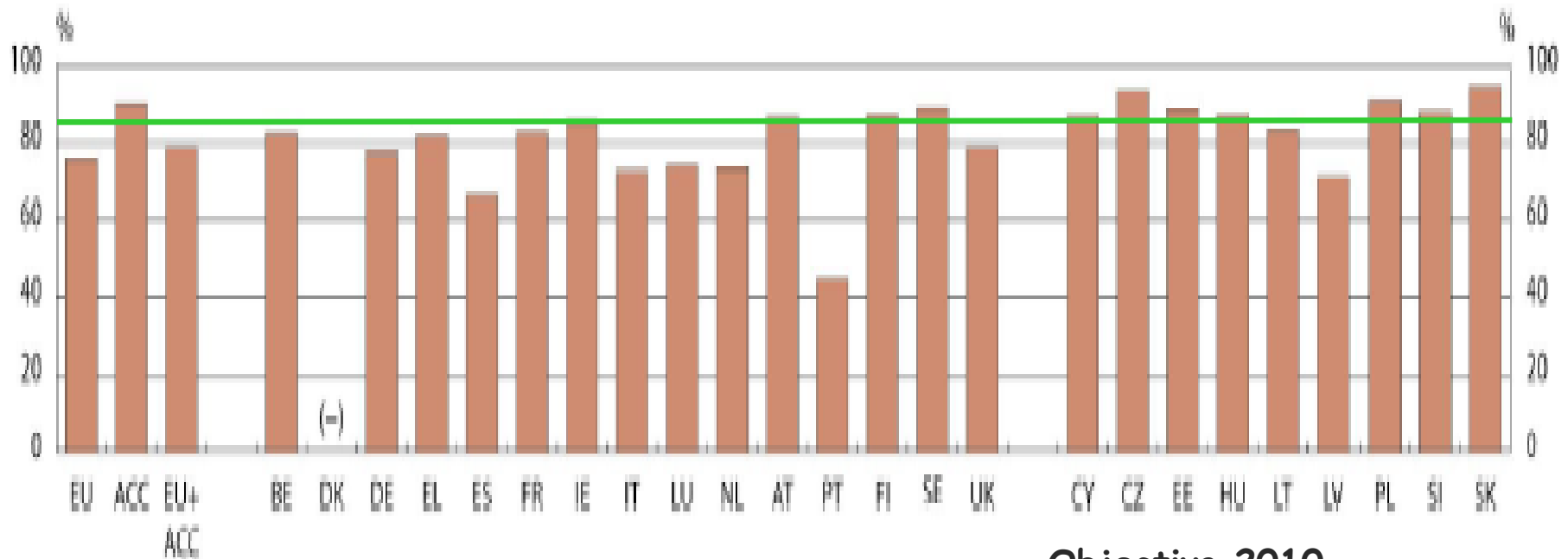
Key Figures 2003-2004

[Educação da população]

factor crítico p/ a economia baseada no conhecimento

CONCLUSÃO DO ENSINO SECUNDÁRIO COMPLETO

População de 22 anos de idade com o ensino secundário completo (%), 2002



Source: Eurostat, Labour force survey, 2002.

- Notes:

(1) comparable data for Denmark on the completion rate of 22 year olds not available. However, the structural indicator on educational attainment shows that, in Denmark, 79.6% of the 20-24 year olds had at least completed upper secondary education (2002).

(2) data for UK only provisional. Malta: data not available

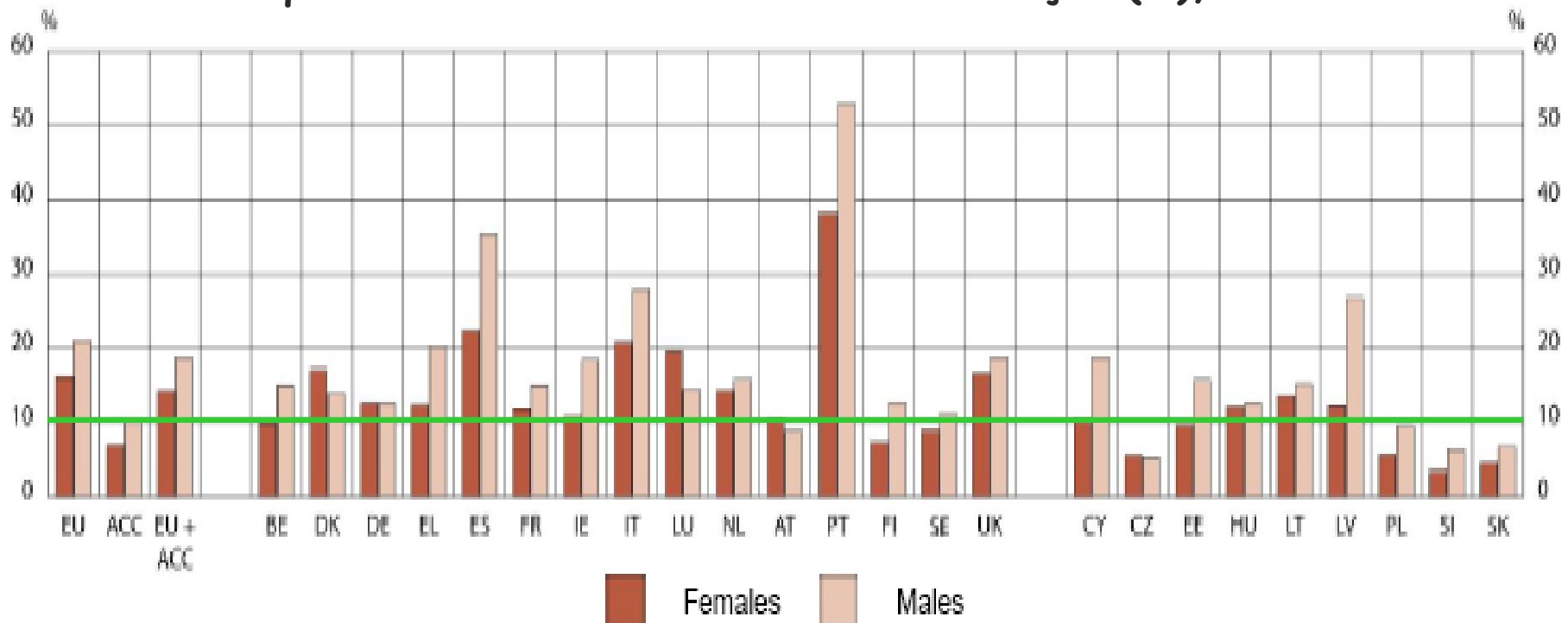
Objectivo 2010

[Educação da população]

factor crítico p/ a economia baseada no conhecimento

ABANDONO ESCOLAR

População de 18 a 24 anos de idade sem educação além do ensino básico que não está a estudar nem em formação (%), 2002



Objectivo 2010

Data source: Eurostat, Labour Force Survey
Note: data for UK only provisional. Malta: data not available.

[Tipos de conhecimento]

- **Know-what** *Informação*
Pode ser comunicado por transmissão de dados.
- **Know-why** *Ciência*
Permite avanços tecnológicos mais rápidos e redução de tentativas e erros.
- **Know-how** *Técnica e intuição*
Capacidades baseadas em experiência.
- **Know-who** *Quem tem conhecimento*
Permite cooperação e saber com quem aprender.

As actividades científicas envolvem os quatro tipos de conhecimento

"No modo de produção emergente, conhecimento é o elemento nuclear e aprendizagem é o processo mais importante."
(Knowledge Management in the Learning Society, OCDE, 2000)

Sistema de Ciência e Tecnologia (SCT)

Uma Infraestrutura Básica

para a economia baseada no conhecimento

A **qualificação de recursos humanos** é o **factor principal** para a **invenção** e a **difusão de tecnologia**

Apoia-se no SCT, mesmo nos aspectos de **formação técnica**

A **dimensão** e a **qualidade** do **SCT** são essenciais para a **actualidade** e **permanente actualização** do ensino e da **formação**

Sistema de Ciência e Tecnologia (SCT)

Uma Infraestrutura Básica

para a economia baseada no conhecimento

O **SCT** tem um papel fundamental no **estímulo** a: uso do conhecimento, criatividade, inovação, modernização, actualização contínua, qualidade, avaliação sistemática, internacionalização, empreendedorismo, assunção de riscos.

Estes atributos, essenciais na aprendizagem, são parte integrante da profissão de cientista

O desenvolvimento do **SCT** não é uma questão de selecção de áreas prioritárias, mas de promoção da qualidade e dimensão necessárias em todas as áreas

Educação, Aprendizagem e Ciência para a Inovação

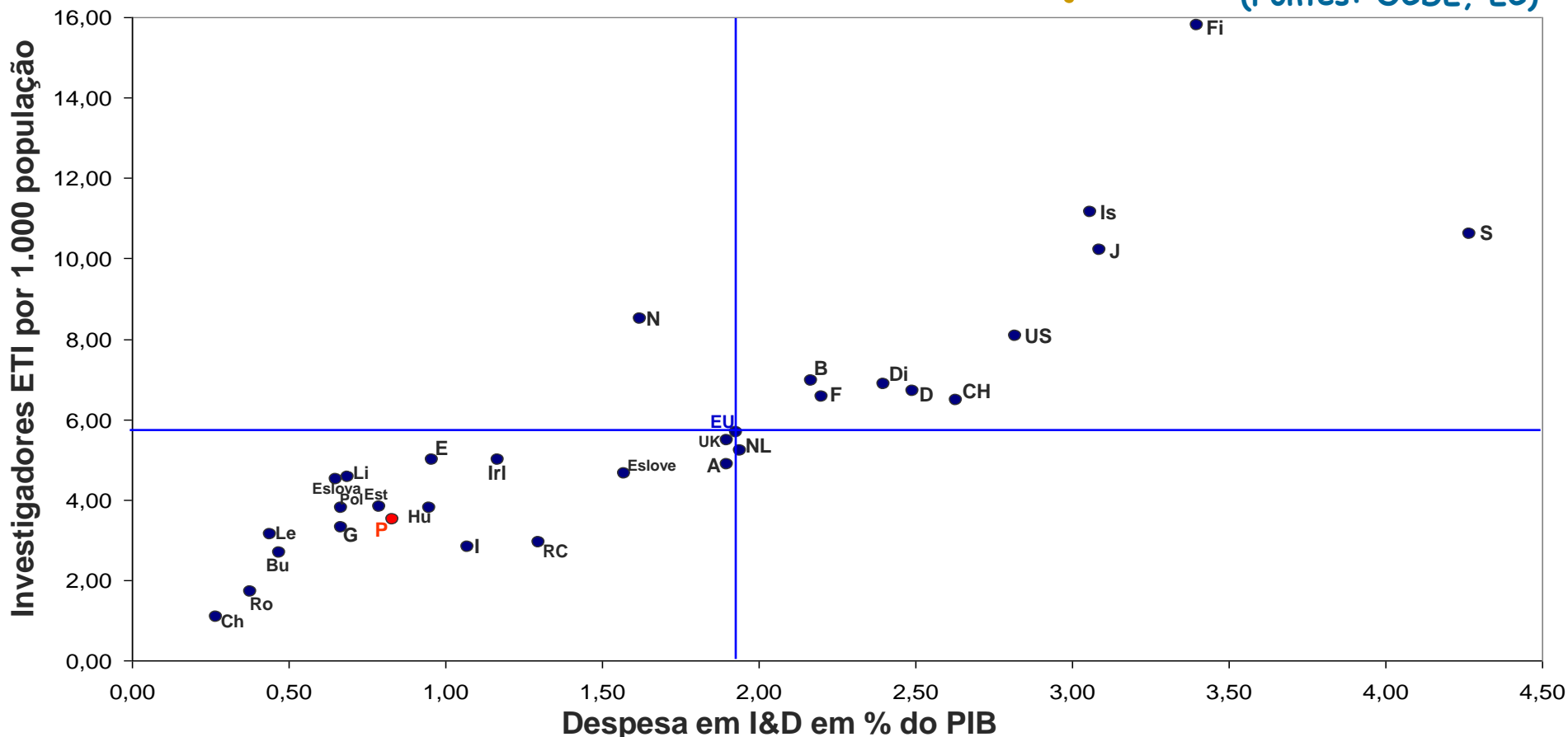
Principais funções da parte universitária do STC

- **Desenvolver e treinar talento humano** com bases sólidas de conhecimento científico e de como continuar a aprender:
know-why, know-how, know-what, know-who
- **Criar conhecimento científico de base** por actividades de investigação de longo-prazo que possam constituir as fundações para futuros desenvolvimentos tecnológicos

Objectivo do desenvolvimento das capacidades científicas em Portugal

Vencer o Atraso Científico

Dados de 2001 ou último ano disponível
(Fontes: OCDE, EC)

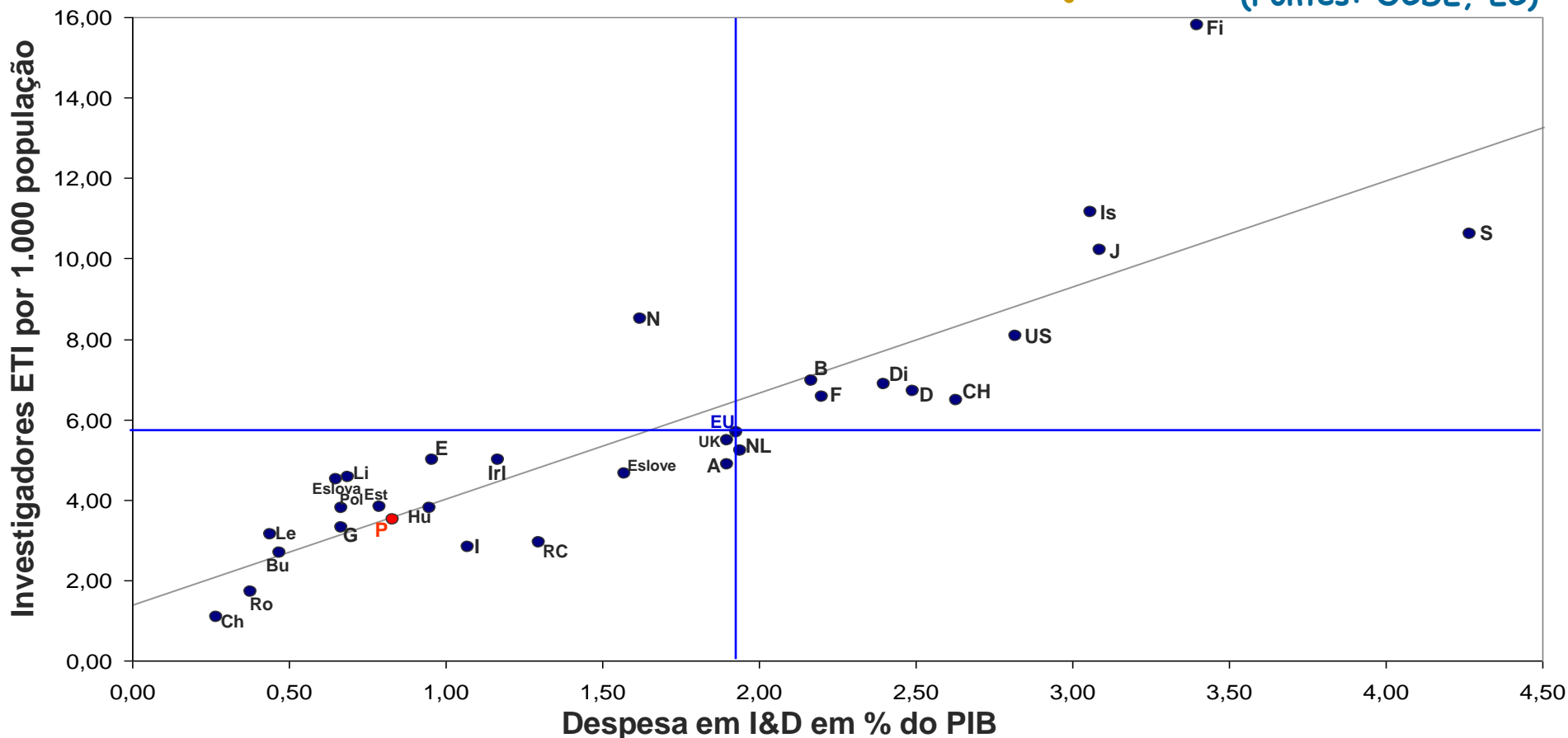


Dados: 2001 (preto), Portugal em 2001 (vermelho)

Objectivo do desenvolvimento das capacidades científicas em Portugal

Vencer o Atraso Científico

Dados de 2001 ou último ano disponível (Fontes: OCDE, EC)



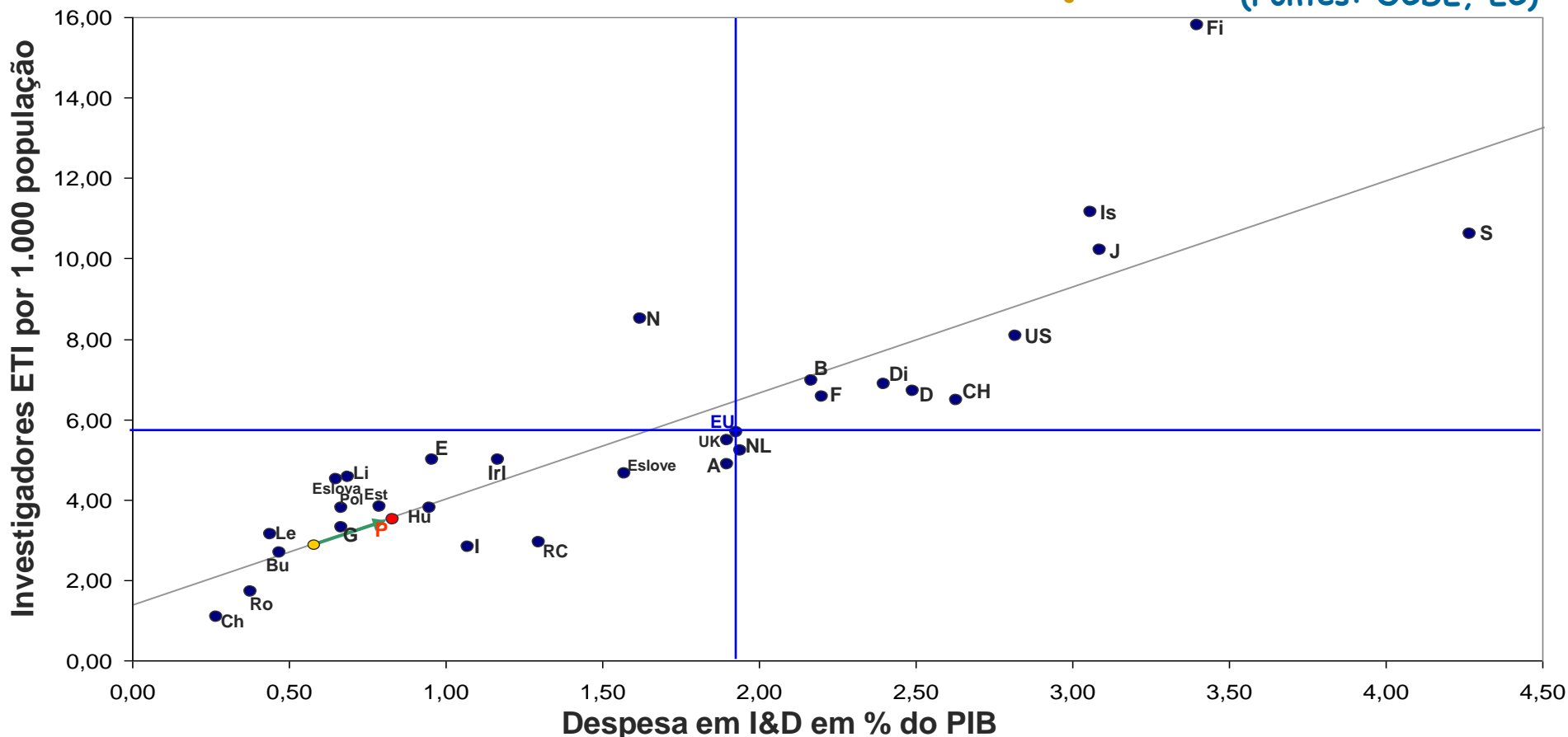
Dados: 2001 (preto), Portugal em 2001 (vermelho), 1996 (amarelo).

Recta de regressão linear a cinzento.

Objectivo do desenvolvimento das capacidades científicas em Portugal

Vencer o Atraso Científico

Dados de 2001 ou último ano disponível (Fontes: OCDE, EC)



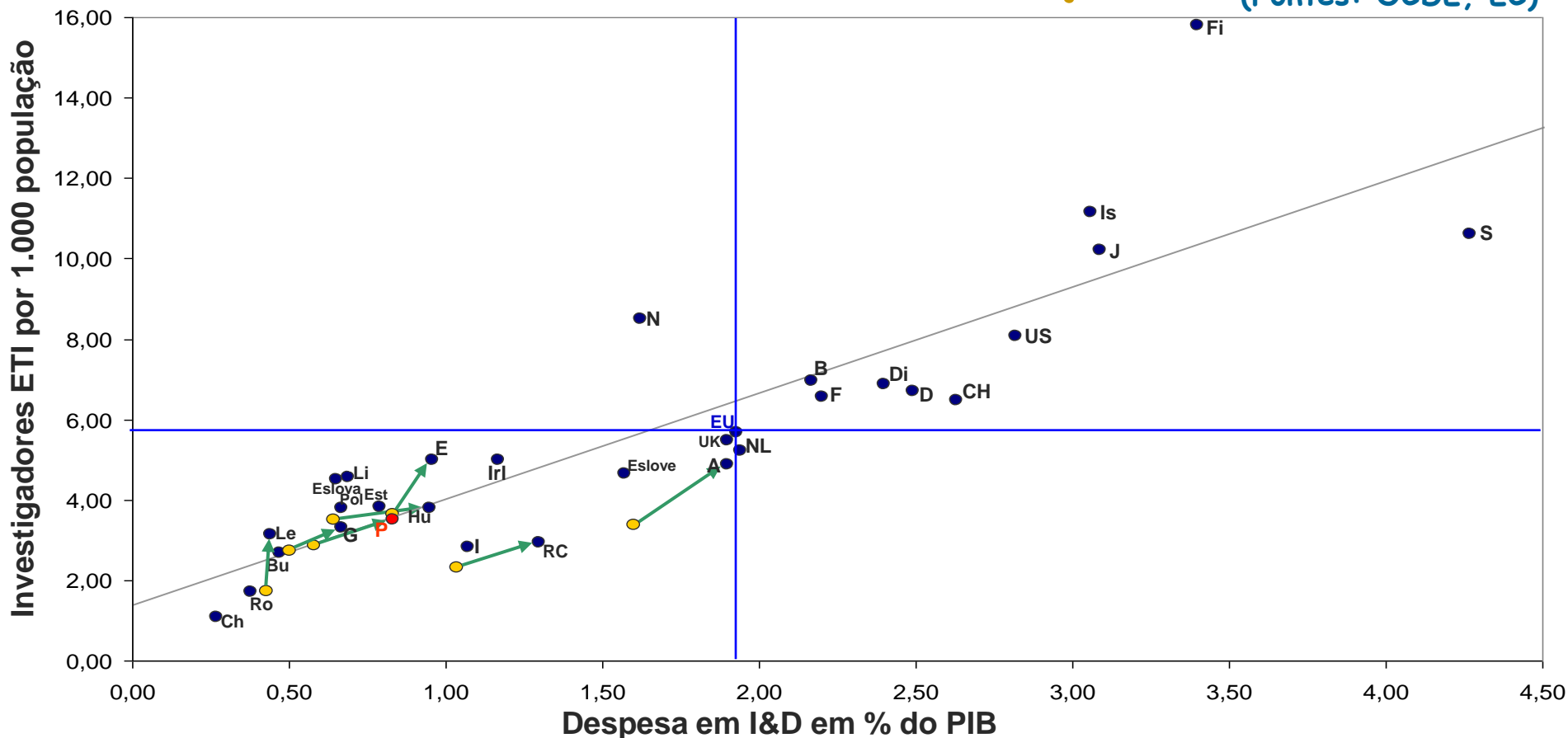
Dados: 2001 (preto), Portugal em 2001 (vermelho), 1996 (amarelo).

Recta de regressão linear a cinzento.

Objectivo do desenvolvimento das capacidades científicas em Portugal

Vencer o Atraso Científico

Dados de 2001 ou último ano disponível (Fontes: OCDE, EC)



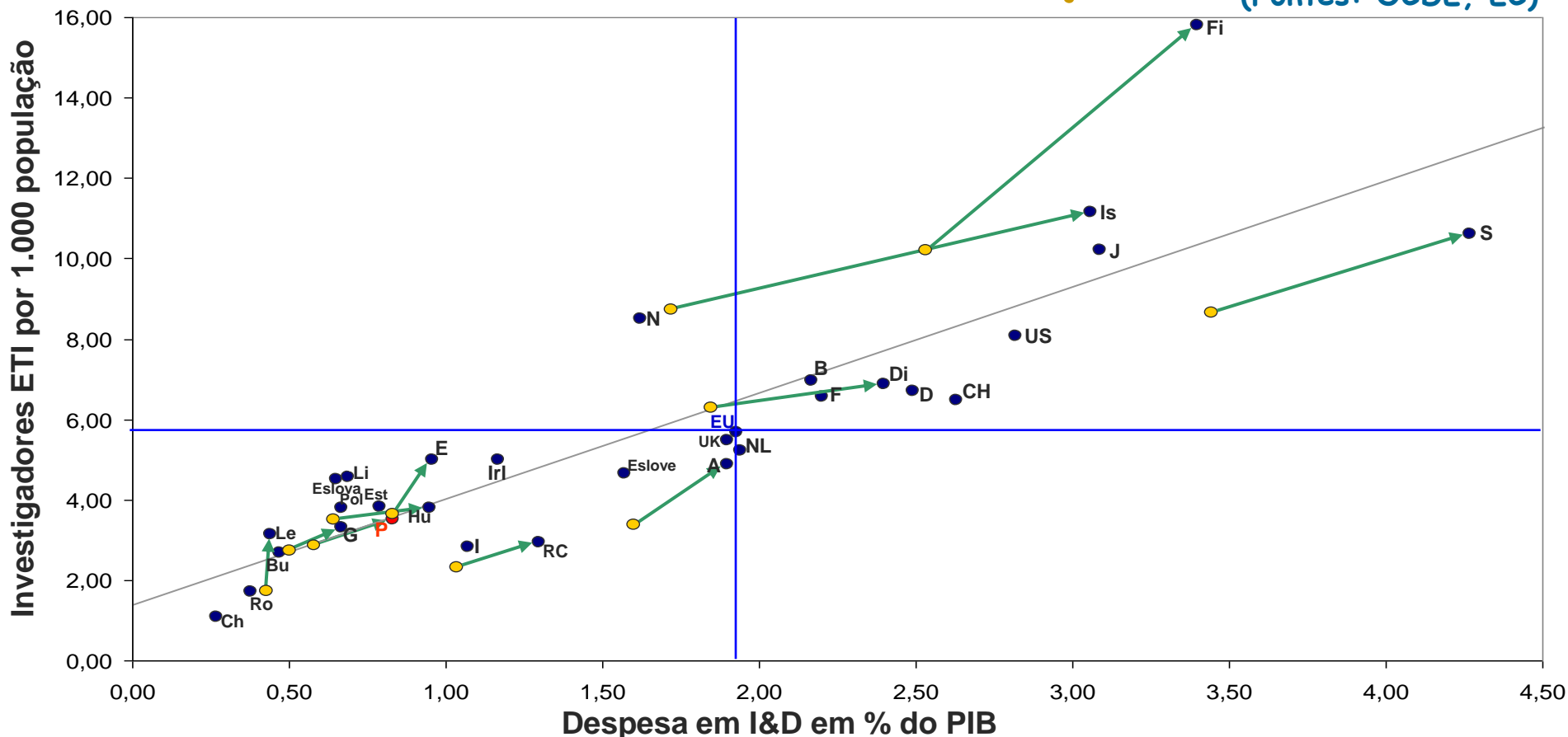
Dados: 2001 (preto), Portugal em 2001 (vermelho), 1996 (amarelo).

Crescimento nos dois indicadores e num deles > 4%/ano (setas verdes) - *Catching UP*

Objectivo do desenvolvimento das capacidades científicas em Portugal

Vencer o Atraso Científico

Dados de 2001 ou último ano disponível (Fontes: OCDE, EC)

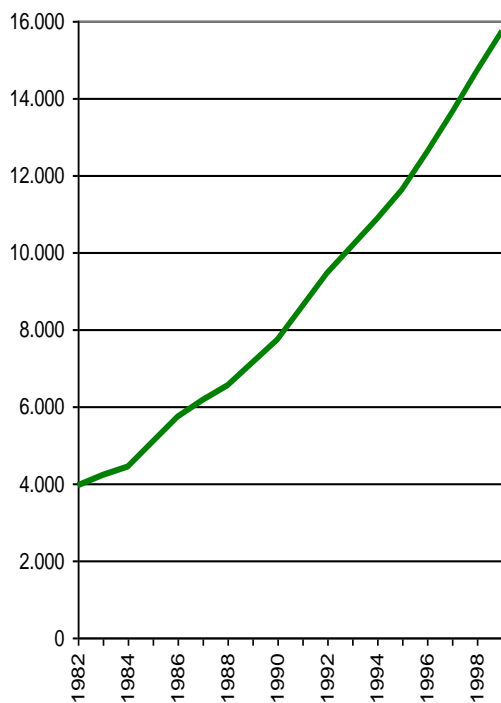


Dados: 2001 (preto), Portugal em 2001 (vermelho), 1996 (amarelo).

Crescimento nos dois indicadores e num deles > 4%/ano (setas verdes) - Todos

[Grande atraso científico] apesar de rápida recuperação recente

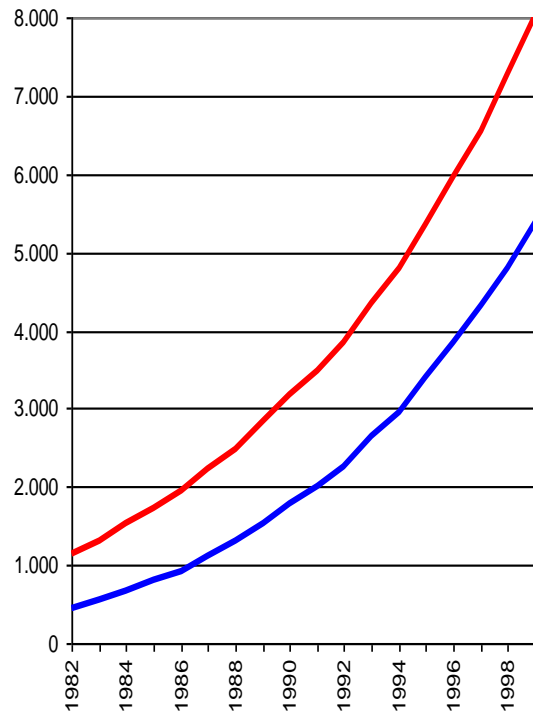
Nº de investigadores (ETI)
(Fonte: OCDE)



— Investigadores

x4

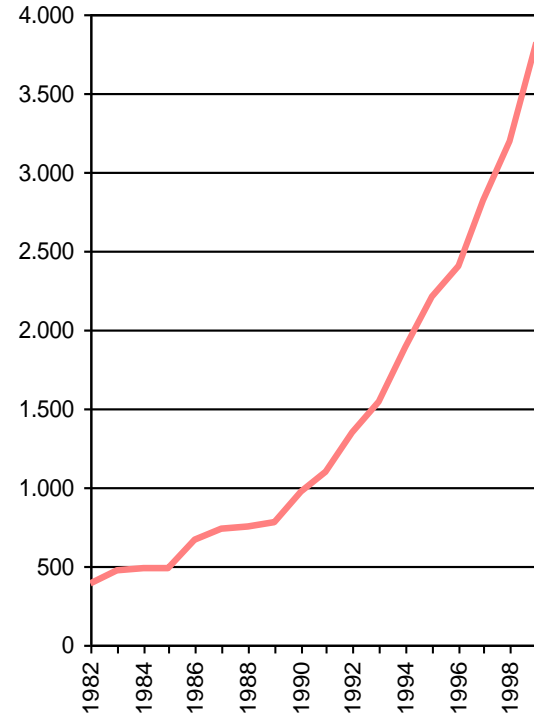
Nº de doutorados
(Fonte: OCT)



— Realizados em Portugal — Stock de doutorados

x8

Nº de publicações científicas
no SCI (Fonte: Web of Science, ISI)



x10

[Prioridades p/ Política de C&T]

desenvolvimento das capacidades científicas e tecnológicas

Vencer o Atraso Científico

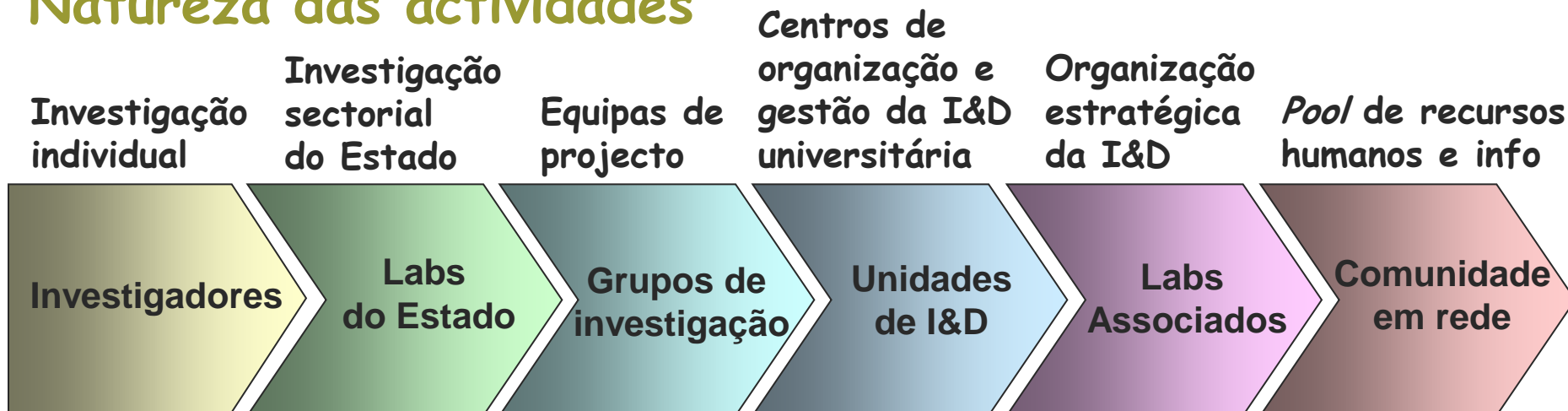
- Promover a formação e qualificação científica de recursos humanos e a sua inserção profissional
 - doutoramentos e pós-doutoramentos em todas as áreas científicas
 - internacionalização da pós-graduação e atracção de estrangeiros
 - emprego de doutorados em instituições de investigação, universidades, politécnicos e empresas
- Reforçar e qualificar as instituições científicas
Unidades de I&D, Laboratórios Associados, Laboratórios do Estado
- Promover a investigação científica de valor internacional
concursos selectivos regulares para projectos de I&D de elevada qualidade em todas as áreas científicas, com avaliação internacionalizada
- Promover a I&D em empresas e estimular a cooperação entre empresas e instituições científicas
- Estimular o ensino básico e secundário de base científica, aumentar o sucesso escolar, combater o abandono e promover a cultura de C&T

Instituições de I&D

Diversidade e evolução de formas de organização

Reforçar e qualificar as instituições de investigação

Natureza das actividades



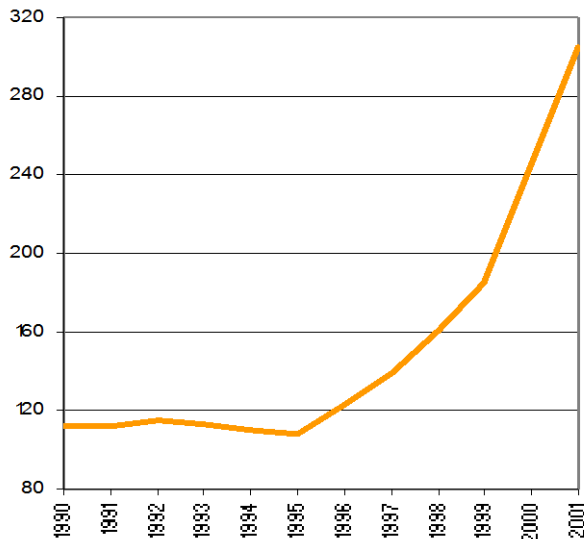
Acções de política de C&T

1940-50's	Programa Mobilizador de C&T	Programa de Financiamento Plurianual de Unidades de I&D, FCT-1996	Programa dos Laboratórios Associados FCT-1999	Plataforma de interligação e info na Internet, FCT-1998
EAN-1936	JNICT-1987	Raízes: JNICT-1994		Sistema SAPIENS, FCT-1999
LNEC-1946	Raízes: JNICT-1978	INIC-1976-94		Sítio de Emprego Científico e Tecnológico, FCT-2001
IBM-1950	Programa de Contratos de I&D	IAC(CEEN)-1954-76		
LNIV-1957	...			
LFEN-1958				
INII-1959				
INSA-1971				

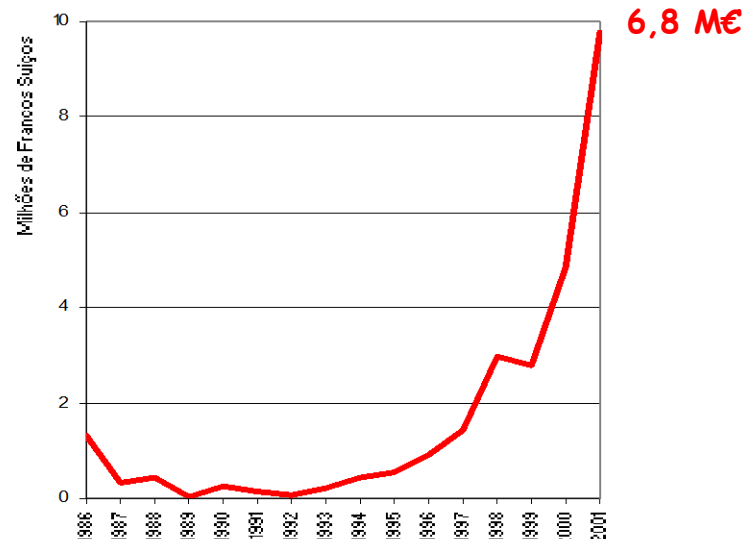
I&D nas Empresas

Promover a I&D e a inovação nas empresa e estimular a cooperação entre empresas e instituições científicas

- Incentivos fiscais à I&D nas empresas
- Projectos de investigação tecnológica aplicada em consórcio entre empresas e instituições científicas
- Promoção da tecnologia portuguesa em organizações científicas internacionais
- apoio a *start-ups* de base universitária
- rede de *industrial-liason offices* nas universidades



Despesa em I&D em empresas, a preços constantes de 1999 (M€) em Portugal (Fonte: OCDE, OCT)



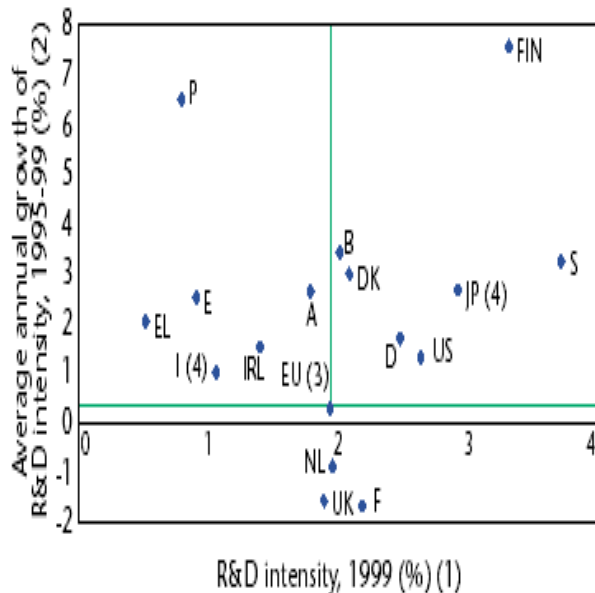
Compras de bens e serviços a empresas portuguesas pelo CERN (Fonte: AdI)

É POSSÍVEL VENCER O ATRASO

Benchmarking das Políticas Nacionais de Investigação

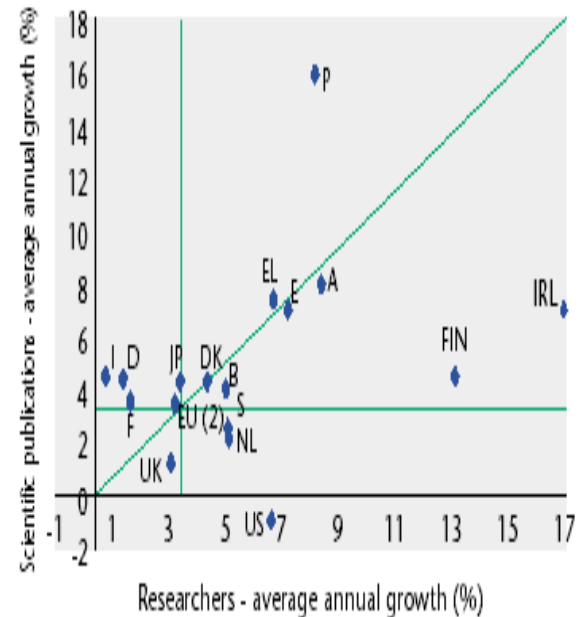
DG Investigação da CE, Jul. 2001

Crescimento médio anual (%) da despesa em I&D em relação ao PIB em 1995-99 (eixo vertical) versus despesa em I&D em relação ao PIB (%) em 1999 (eixo horizontal) (1)



Source: DG Research
 Data: Eurostat, Member States, OECD, Japan (Nistep)
 Notes: (1) D,A,P,FIN: 2000; NL,JP: 1998; EL,IRL,S: 1997.
 (2) D,A,P,FIN 1995-2000; NL,JP: 1995-98; EL,IRL,S: 1995-97.
 (3) L data are not included in the EU average. (4) see annex.

Crescimento médio anual (%) de publicações científicas (eixo vertical) versus crescimento médio anual (%) de investigadores (ETI), 1995-98 (1)



Source: DG Research
 Data: ISI, CWTS
 Notes: D,E,P: 1995-99; B,EL,IRL,J,FIN,S,US: 1995-97
 (2) L data are not included in the EU average.

É POSSÍVEL VENCER O ATRASO

Relatório de *Benchmarking* das Políticas Nacionais de Investigação

DG Investigação da CE, Jul. 2001

Período 1995-2000: grande crescimento e dinamismo,
com rápida recuperação do atraso científico:

- Destacadamente o maior crescimento de:
 - 1) doutorados em "ciência e tecnologia" 12%/ano, UE=0%/ano
 - 2) produção científica de publicações no SCI 16%/ano, UE=3%/ano
 - 3) produtividade científica em publicações no SCI 7%/ano, UE=0%/ano
- No grupo destacado de 2 países (c/ Finlândia) com maior crescimento de:
 - 1) despesa em I&D em relação ao PIB 7%/ano, UE=0%/ano
 - 2) valor acrescentado nas indústrias de alta e média tecnologia >10%/ano
UE=2%/ano
- No grupo destacado de 3 países com maior crescimento de:
 - 1) despesa em I&D (c/ Finlândia e Irlanda) 10%-13%/ano, UE=3%/ano
 - 2) I&D financiada por empresas (c/ Finlândia e Dinamarca) ≥12%/ano,
UE=5%/ano

SCI-ISI: Impacto relativo das publicações portuguesas e fracção de publicações portuguesas no total do mundo mais que duplicaram

[Bibliografia]

- EC, *Third European Report on Science & Technology Indicators - Towards a knowledge-based economy, 2003*
ftp://ftp.cordis.lu/pub/indicators/docs/3rd_report.pdf
- EC, *Joint Interim Report "Education & Training 2010: the success of the Lisbon Strategy hinges on urgent reforms", 26.02.2004*
http://europa.eu.int/comm/education/policies/2010/doc/jir_council_final.pdf
- OECD, *Science Technology and Industry Scoreboard 2003*
<http://www1.oecd.org/publications/e-book/92-2003-04-1-7294/>
- OECD, *Knowledge Management in the Learning Society, 2000*
- OCT, *Cinco Anos de Actividades - Relatório 1997-2001 da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2002.*
Excertos em: <http://www.math.ist.utl.pt/~lmagal/Rel.htm>
- Buderer, R., *Engines of Tomorrow - How the world's best companies are using their research labs to win the future*, Simon & Schuster, New York, 2000
- Mowery, D.C., Rosenberg, N., *Paths of Innovation - Technological change in 20th-century America*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1998