

Lezione 13

Cabral cap. 16

A cura

Prof. Stefano Capri

Tecnologia ed economia

Kuznets (*Modern Economic Growth: Rate, Structure, and Spread*, 1966):

caratteristica distintiva della crescita economica moderna è la sistematica applicazione della scienza per fini economici. Comprendere come scienza e tecnologia vengono prodotte e applicate per scopi economici è la chiave per capire la crescita economica

L'innovazione, o progresso tecnico, quale fattore rilevante per lo sviluppo economico

✓ Robert Solow:

✓ 1909-1949 negli Stati Uniti, crescita della produzione oraria pro-capite per l'87% dovuta al progresso tecnico

✓ Edward Denison

✓ 1929-1982, crescita 1,58%, l'1,02% da progresso tecnico

L'innovazione tecnologica è poi influenzata dalla struttura del mercato

- ✓ Schumpeter (Teoria dello sviluppo economico, 1934): più il settore è concorrenziale e più è innovativo
- ✓ Schumpeter (Capitalismo, socialismo e democrazia, 1942): i settori maggiormente concentrati offrono il massimo del progresso tecnico in un'economia
- ✓ Contraddizione apparente: l'incentivo a innovare è maggiore se c'è concorrenza perché l'impresa si aspetterà profitti da monopolista (con la protezione brevettuale) e ciò può modificare la struttura del mercato, ma d'altra parte, se non c'è concorrenza l'impresa non ha incentivi ad investire nell'innovazione (R&D) (efficienza statica vs. efficienza dinamica)

L'innovazione può modificare la struttura del mercato e allo stesso tempo la struttura del mercato, attraverso i suoi incentivi (barriere, potere dominante, tasso di concentrazione, ecc.), promuove l'innovazione

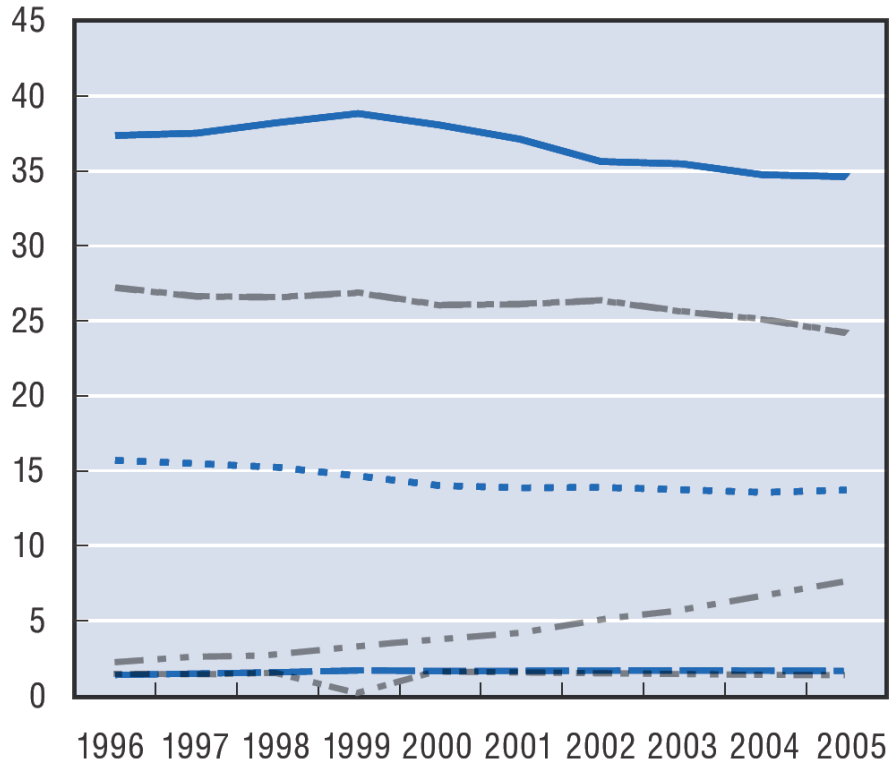
Cambiamenti nella struttura di mercato
sono:

1. Risultato del processo di entrata e uscita delle imprese
- 2. Risultato dell'introduzione di nuovi prodotti (o processi) → frutto della R&D**

- Il progresso tecnico è un fattore cruciale della crescita economica:
- Le imprese introducono continuamente nuovi prodotti e nuovi processi produttivi, risultato di attività di R&D
- Invenzioni → Innovazioni

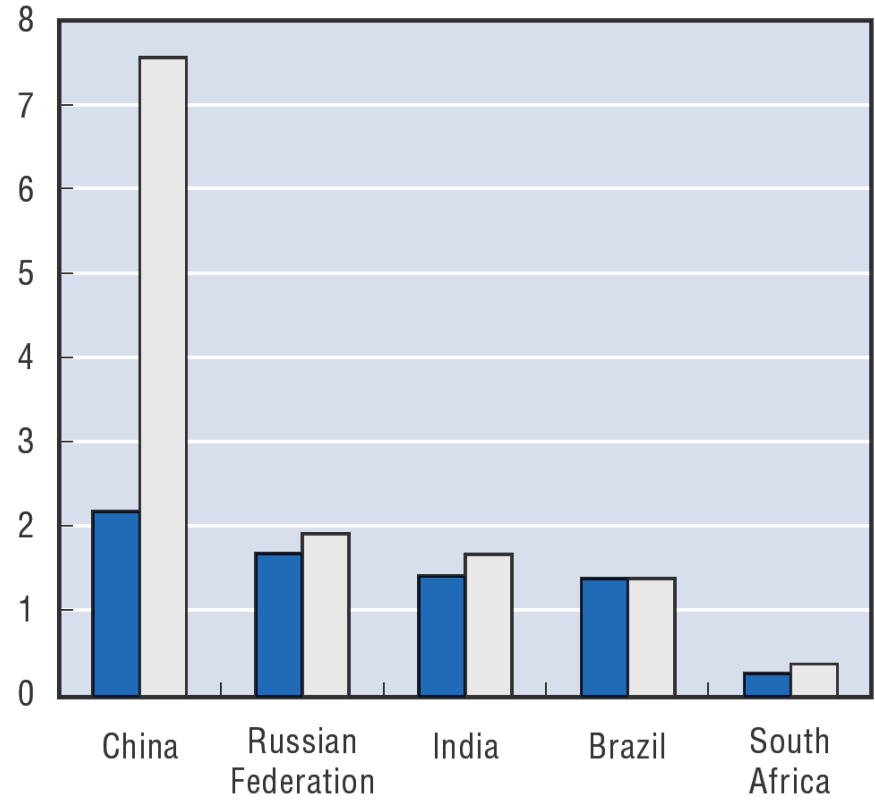
Evolution of global share of total R&D, 1996-2005

Percentage share



Change in global share of total R&D, 1996 and 2005

Percentage share



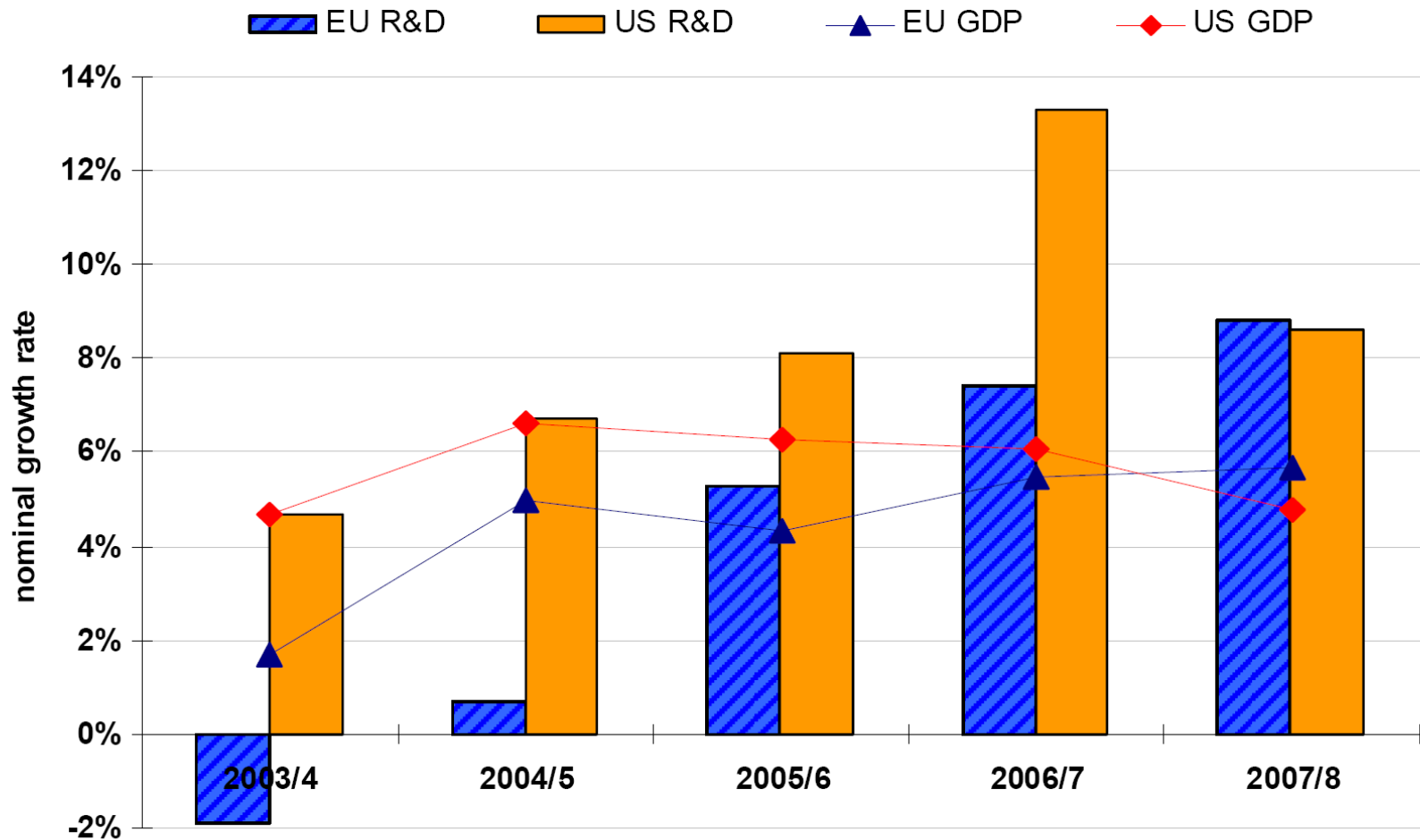


EUROPEAN
COMMISSION

Monitoring industrial
research:

**The 2008 EU industrial
R&D Investment
SCOREBOARD**

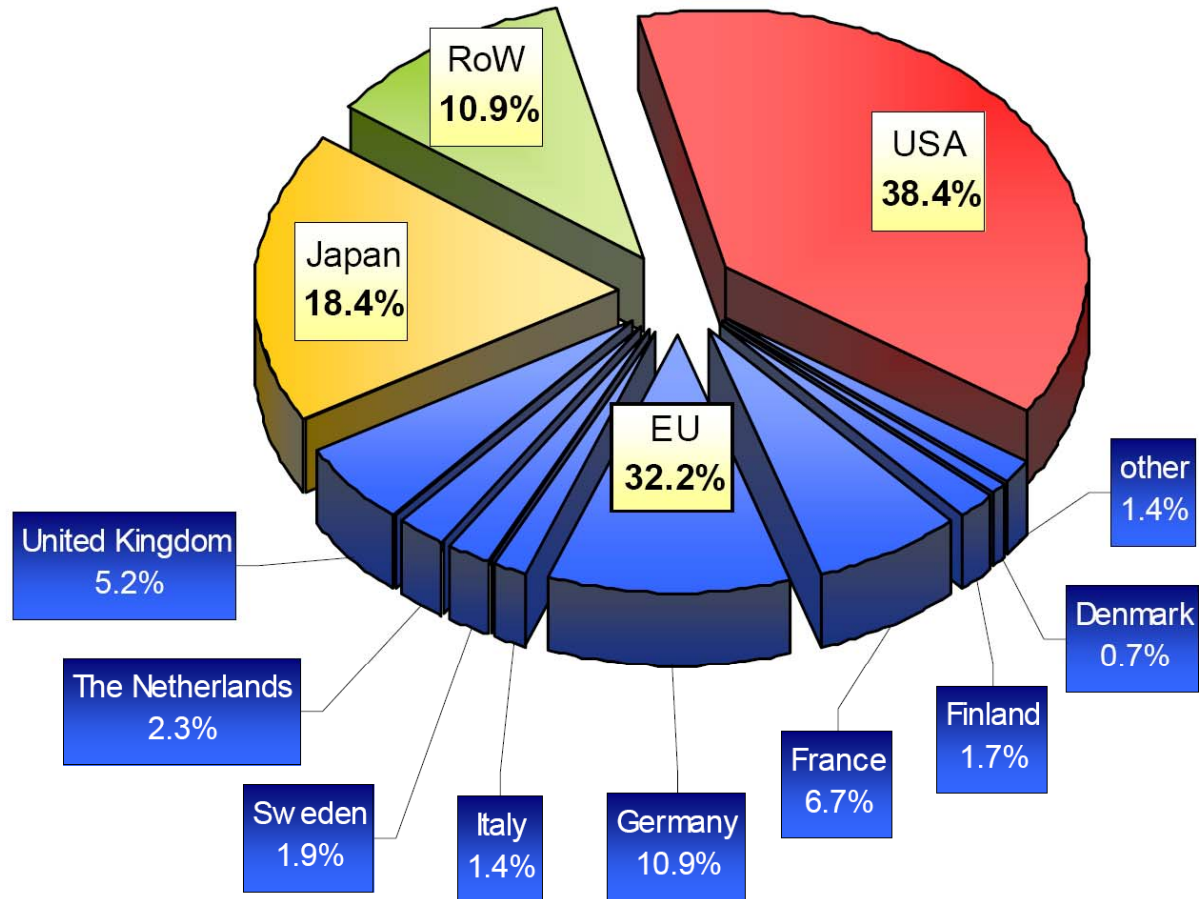
Figure S2. Growth of R&D investment in the *Scoreboard* and GDP growth



Source: *The EU Industrial R&D Investment Scoreboards (of 2004, 2005, 2006, 2007, 2008) and Eurostat*

Note: For samples of comparable companies
GDP growth calculated from nominal GDP figures
European Commission, JRC/DG RTD.

Figure 7. R&D investment by the top 1402 companies in the 2008 Scoreboard, breakdown by main world region (% of total €372.9 bn).



Source: The 2008 EU Industrial R&D Investment Scoreboard
European Commission, JRC/DG RTD.

Figure 2. Ranking of the world top 50 R&D companies by their total R&D investment in the 2008 Scoreboard (€ million).

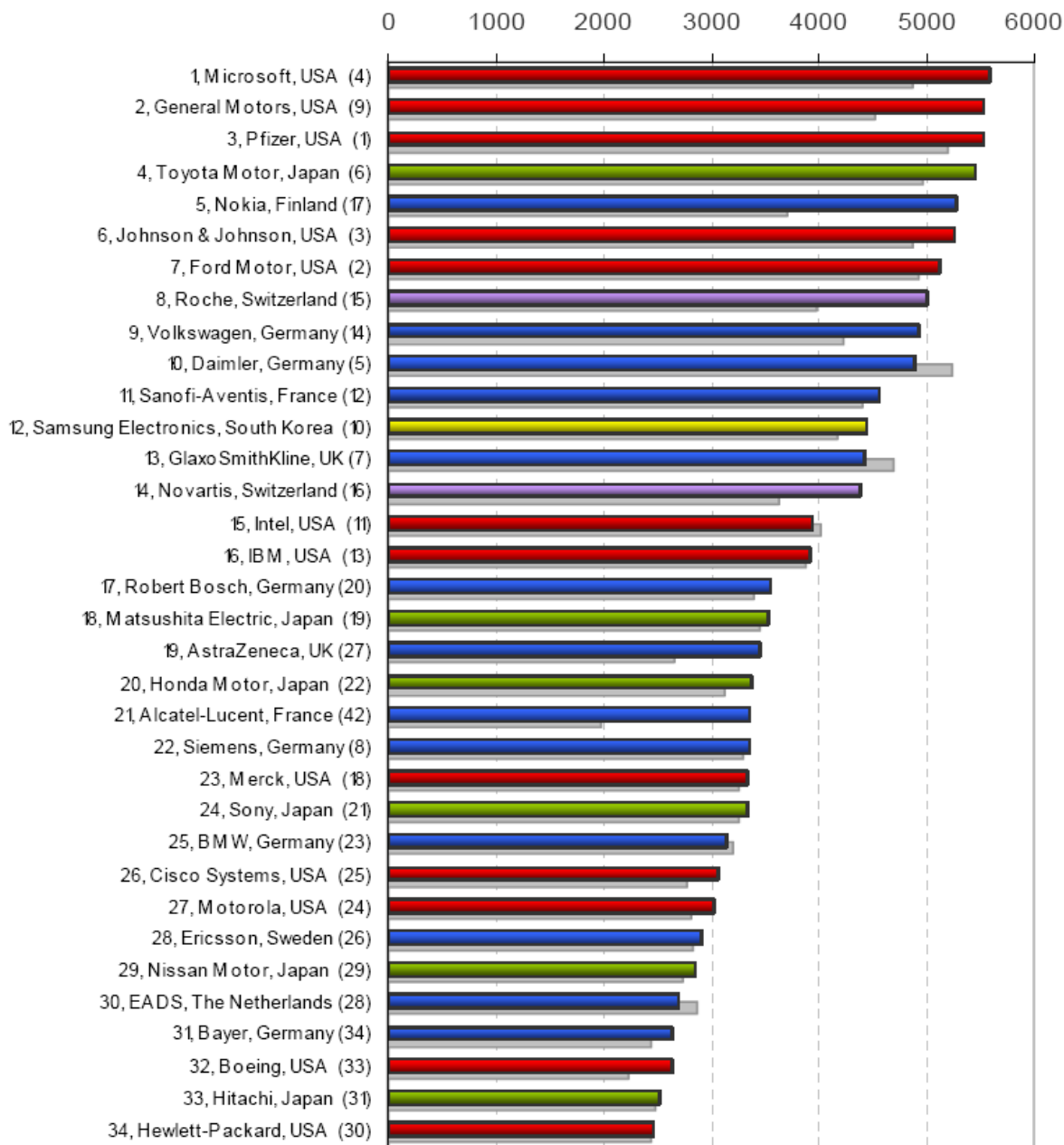


Table 3. Overall sector R&D and average sector R&D intensities by main world region for the world top 1402 companies in the 2008 Scoreboard.

Rank	Sector	EU		US		Japan	
		R&D investment (€ m)	R&D intensity (%)	R&D investment (€ m)	R&D intensity (%)	R&D investment (€ m)	R&D intensity (%)
1	Pharmaceuticals & Biotechnology	20031.1	15.7	34853.6	16.7	5616.0	15.9
2	Technology Hardware & Equipment	16573.8	13.5	35451.9	9.6	10074.2	5.3
3	Automobiles & parts	28589.6	4.7	14101.6	3.9	18306.4	4.1
4	Software & Computer Services	3831.5	9.7	20227.9	10.6	1587.2	4.8
5	Electronic & Electrical Equipment	5604.8	3.7	2906.7	3.8	8899.4	5.3
6	Chemicals	6793.6	2.9	4118.5	2.4	4257.9	3.2
7	Aerospace & defence	7999.5	6.6	6557.8	3.3	51.3	6.1
8	Leisure goods	1822.1	5.9	2042.0	7.8	9672.9	6.2
9	Industrial Engineering	5330.8	3.1	3040.9	2.4	1507.1	2.7
10	General industrials	1571.7	2.8	4613.0	2.4	1253.8	2.8

Caratteristiche della tecnologia

- Conoscenza tecnologica può essere **tacita** (incorporata nel personale e nelle routine di produzione, difficilmente trasmissibile)
- Spesso però ha carattere di **bene pubblico**, o comunque forti esternalità (+ / -)
- La sua natura di **experience good** complica le transazioni che hanno per oggetto la tecnologia

Innovazione e impresa

- La creazione nel '900 di laboratori di R&D all'interno delle imprese risponde alla necessità di controllare la variabile strategica innovazione.
- L'applicazione della scienza ha luogo nello spazio organizzato dell'impresa, dove avvengono gli investimenti complementari in ricerca, produzione, marketing

Creazione interna all'impresa

- Nelson-Winter (1982): l'innovazione è processo cumulativo, basato su conoscenze tacite ed esperienza, che richiede intensa interazione tra soggetti coinvolti
- Più efficiente se stretta interazione ha luogo tra membri di una stessa organizzazione: la riduzione dei costi di transazione controbilancia i possibili guadagni di efficienza della divisione del lavoro

Sviluppi recenti: da metà anni '80

- Integrazione verticale tra creazione e uso della tecnologia non sembra più indispensabile
- Accanto alla ricerca nei laboratori interni, ricorso crescente a scambi di tecnologia tra imprese, mediante:
 - A) R&D joint ventures
 - B) Vendite di licenze + licenze incrociate
 - C) Contratti di R&D

Technology trade

- Gestione di portafoglio brevetti nelle grandi imprese, per fare fruttare i brevetti, anche al di fuori dell'impresa
- Imprese specializzate nello sviluppo tecnologico
- Brevetti indispensabili non per l'innovazione in sé (ci sarebbe comunque, tacita o segreta), ma per lo sviluppo di un mercato dove scambiare diritti di proprietà intellettuale, per lo sfruttamento economico della conoscenza

Technology trade

- Lo scambio di tecnologia solitamente non ha le caratteristiche di impersonalità-standardizzazione comunemente associate al mercato. Si attua infatti attraverso contratti dettagliati ad hoc, relazioni personali, di fiducia e continuative, collaborazioni.
- Ma vi sono anche fusioni e acquisizioni di imprese tecnologiche, per impadronirsi di *know how* (soprattutto se tacito, non codificato)
- Le licenze sono in vendita anche on line

Selected Web Pages Advertising the Licensing of Intellectual

Company	WWW Address
Boeing	http://www.boeing.com/assocproducts/mdip/home.htm
IBM	http://www.ibm.com/ibm/licensing
DuPont	http://www.dupont.com/corp/science/technologies.html
Union Carbide	http://www.unioncarbide.com/business/busprgde.html
Philips	http://www.licensing.philips.com
Procter & Gamble	http://www.pgtechnologytransfer.com
Several Founding Members	http://www.yet2.com

Technology trade

- **Orizzontali:** tra produttori: spesso grandi imprese consolidate, anche in concorrenza
- **Verticali:** tra imprese specializzate, anche piccole, che non competono tra loro:
settore a monte offre tecnologia ad altro settore a valle:
- divisione del lavoro (rendimenti crescenti)
- General purpose technology (GPT) (e.g. internet)

Vantaggi della divisione del lavoro

1. Specializzazione secondo vantaggio comparato (ricerca / produzione-commercializzazione)
2. Rendimenti crescenti per gli elevati costi fissi, e la elevata domanda da parte di imprese diverse: GPT
3. Oltre ad evitare duplicazione di costi fissi, si stimola la diffusione della tecnologia

GPT: esempio

- Imprese **biotech** sviluppano GPT per lo screening dei composti chimici, per la formulazione combinatoria dei composti, per lo studio della relazione geni-malattie...
↓
- Costi fissi distribuiti sulle numerose imprese utilizzatrici, e massima applicazione (maggiore diffusione dello strumento)

Table 3. Overall sector R&D and average sector R&D intensities by main world region for the world top 1402 companies in the 2008 Scoreboard.

Rank	Sector	EU		US		Japan	
		R&D investment (€ m)	R&D intensity (%)	R&D investment (€ m)	R&D intensity (%)	R&D investment (€ m)	R&D intensity (%)
1	Pharmaceuticals & Biotechnology	20031.1	15.7	34853.6	16.7	5616.0	15.9
2	Technology Hardware & Equipment	16573.8	13.5	35451.9	9.6	10074.2	5.3
3	Automobiles & parts	28589.6	4.7	14101.6	3.9	18306.4	4.1
4	Software & Computer Services	3831.5	9.7	20227.9	10.6	1587.2	4.8
5	Electronic & Electrical Equipment	5604.8	3.7	2906.7	3.8	8899.4	5.3
6	Chemicals	6793.6	2.9	4118.5	2.4	4257.9	3.2
7	Aerospace & defence	7999.5	6.6	6557.8	3.3	51.3	6.1
8	Leisure goods	1822.1	5.9	2042.0	7.8	9672.9	6.2
9	Industrial Engineering	5330.8	3.1	3040.9	2.4	1507.1	2.7
10	General industrials	1571.7	2.8	4613.0	2.4	1253.8	2.8

- Perché gli investimenti in R&D variano in modo così rilevante da settore a settore?
- C'è una relazione fra R&D e struttura industriale?
- Le imprese leader in R&D sono destinate a rimanerlo in futuro?
- Che impatto ha R&D sulla struttura di mercato?

Due visioni alternative:

1. Schumpeteriana: solo le grandi imprese, dominanti, hanno incentivo ad investire in R&D

Esempi abbondano:

AT&T, Microsoft, Intel, IBM....

2. Visione alternativa: è nei mercati competitivi (dove le imprese sono di piccole dimensioni) che ciascuna impresa trova i maggiori stimoli ad innovare

Esempi abbondano:

Netscape, Google, Open source sw.....

- R&D è una attività volta a produrre innovazione;
- Due tipologie di innovazione:
 1. innovazione di processo:
volta a creare nuove tecnologia di produzione più efficienti (che riducano i costi di produzione)
 2. innovazione di prodotto:
volta a creare nuovi prodotti
- Quale struttura di mercato induce le imprese ad innovare di più? Ad investire di più in R&D?

- Un'ulteriore classificazione prevede l'innovazione **drastica** e l'innovazione **non drastica**
- Un'innovazione (di prodotto o di processo) può essere drastica oppure non drastica
- Confrontiamo l'innovazione drastica con l'innovazione non drastica

- Considerando le **innovazioni di prodotto** possiamo affermare che:
- Innovazione drastica: “un’innovazione che, introducendo un nuovo prodotto nel mercato, rende del tutto obsoleto il prodotto esistente si dice drastica”.
- Innovazione non drastica: “un’innovazione che non sostituisce completamente il prodotto esistente si dice non drastica”.
- Ci focalizzeremo sull’innovazione di processo

Confronto innovazione drastica e innovazione non drastica

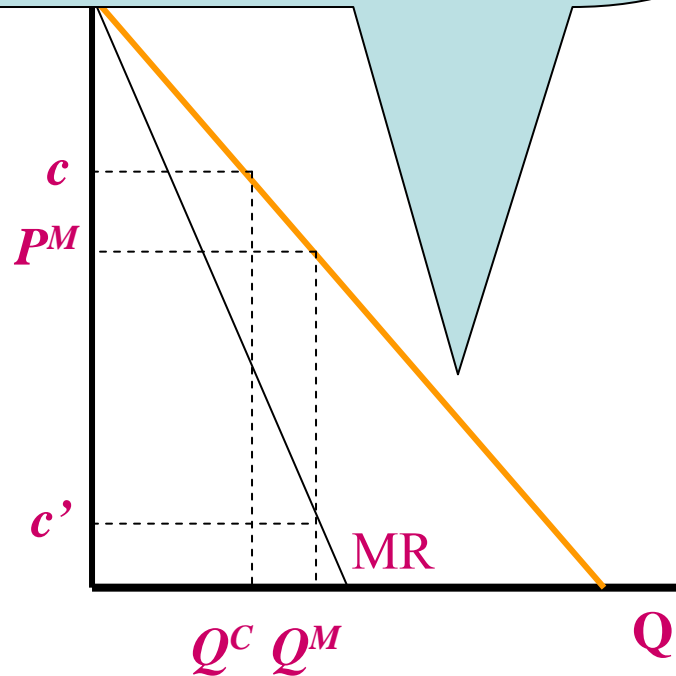
- Supponiamo la domanda: $P = 120 - Q$;
- Tutte le imprese hanno costo marginale costante pari a $c = \$80$
- Un'impresa ha un'innovazione che abbassa il costo a $c_M = \$20$
- Questa è un'innovazione drastica. Perché?
 - Ricavo marginale del monopolista:
$$MR = 120 - 2Q$$
 - Se $c_M = \$20$, la produzione di monopolio è:
MR = c_M cioè:
$$Q_M = 50 \quad \text{e} \quad P_M = \$70$$
- L'innovatore può fissare il prezzo ottimo di monopolio (\$70) mentre i concorrenti rimarranno con un prezzo a \$80.

Confronto innovazione drastica e innovazione non drastica

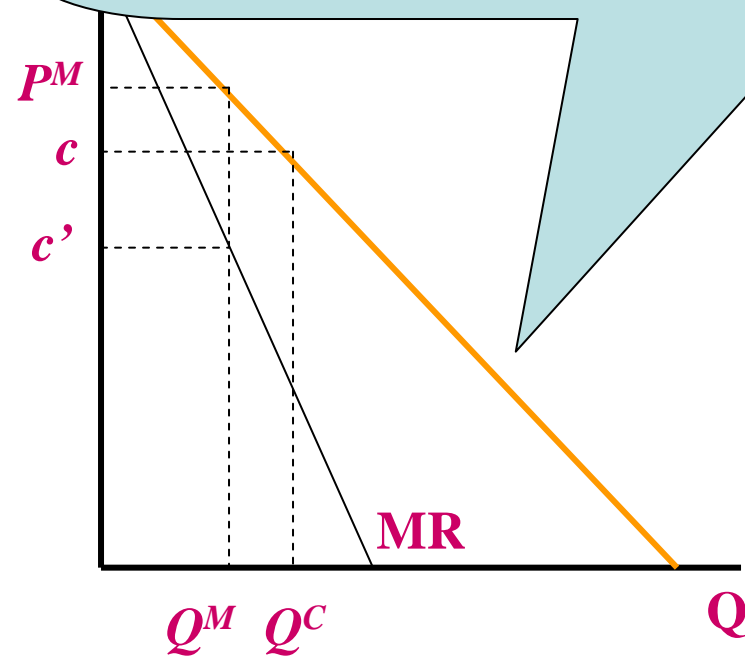
- Supponiamo che il costo si riduca solamente a \$60: innovazione è non-drastica.
 - Il ricavo marginale è ancora: $MR = 120 - 2Q$
 - Quantità ottima e prezzo di monopolio:
 $Q_M = 30; P_M = \$90$
 - L'innovatore non può fissare il prezzo a \$90 perchè i concorrenti con un C_M di \$80 potrebbero fissarlo più basso (\$80)
 - L'innovatore non si comporta come un monopolista senza vincoli
 - L'innovatore può al massimo fissare $P_M = \$80$ (o un pò al di sotto) e offrire tutte le 40 unità domandate ($80=120-Q \rightarrow Q=40$).

Confronto innovazione drastica e innovazione non drastica

*Innovazione drastica: $Q^M > Q^C$
l'innovatore fissa il prezzo di
monopolio P^M senza vincoli*

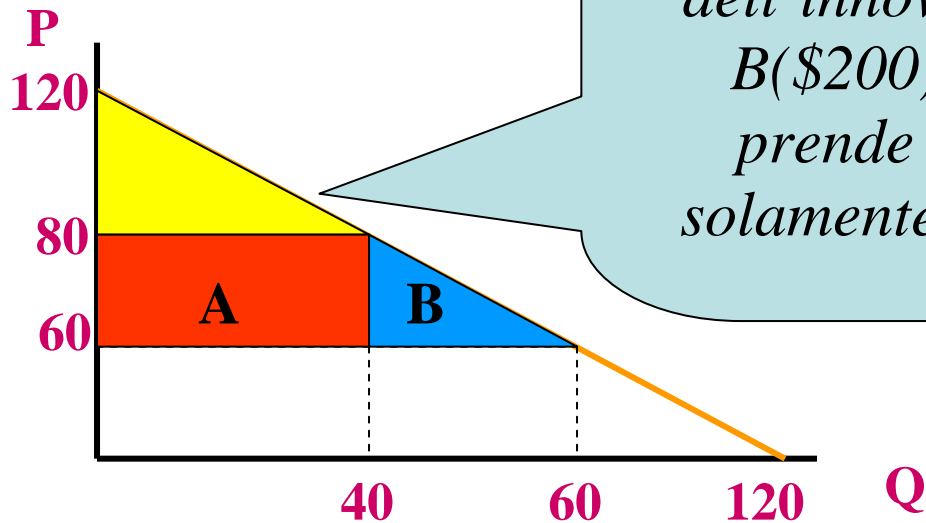


*Innovazione non-drastica: $Q^M < Q^C$
l'innovatore non può fissare P^M
perchè i concorrenti lo possono
abbassare*



Innovazione e struttura di mercato

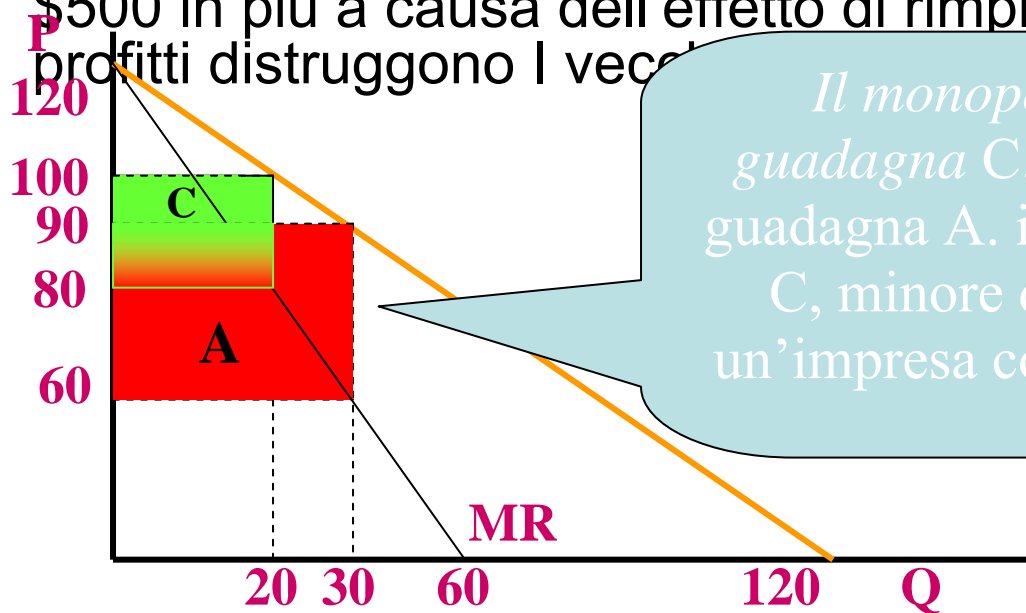
- Arrow (Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention, 1962):
 - L'attività di innovazione può essere piccola perchè gli innovatori considerano solamente il profitto monopolistico che l'innovazione comporta e non il surplus del consumatore in più
 - Il monopolio fornisce meno incentivo ad innovare rispetto alla concorrenza a causa dell'effetto di rimpiazzo (Replacement Effect): l'impresa con potere di mercato ha già profitti, quindi è meno incentivata di quella con poco potere (profitti nulli e piccoli)
- Assumiamo: $P = 120 - Q$; $MC = 60$
l'innovatore abbassa il costo a
- Il guadagno del profitto (\$800)



*Il surplus iniziale è l'area gialla.
Il guadagno sociale
dell'innovazione è A(\$800) +
B(\$200). Ma l'innovatore
prende in considerazione
solamente il profitto A (\$800)*

Innovazione e struttura di mercato

- Consideriamo l'innovazione con la struttura di mercato monopolio
 - Inizialmente il monopolista produce a $MC = MR = \$80$ $Q = 20$ e $P = \$100$, con profitti (Area **C**) di \$400
 - L'innovazione gli permette di produrre a $MC = MR = \$60$ con $Q = 30$ e $P = \$90$ con profitti di \$900
 - Ma rispetto ai profitti iniziali in monopolio guadagna solo \$500 in più a causa dell'effetto di rimpiazzo: I nuovi profitti distruggono i vecchi



Il monopolista all'inizio guadagna C. con l'innovazione guadagna A. il profitto netto è A - C, minore del guadagno per un'impresa concorrente (cioè A)

J.A. SCHUMPETER*

- l'innovazione è favorita in mercati caratterizzati da elevato grado di concentrazione:
 - vi sono innovazioni tecnologiche che richiedono ingenti investimenti in R&S (a causa dell'incertezza sull'esito della ricerca, dei rendimenti di scala crescenti della R&S);
 - solo in presenza di potere di mercato si potrà sfruttare il vantaggio di costo derivante dall'innovazione.

K.J. Arrow⁺

- sia concorrenza che monopolio inducono un livello socialmente subottimale di investimento in innovazione, ma...
- il livello garantito dalla concorrenza è comunque superiore, in quanto:
 - l'incremento dei profitti derivanti dall'innovazione è maggiore se il punto di partenza è una condizione di profitti nulli rispetto al monopolio in cui l'impresa percepisce già un profitto positivo.

* [*Capitalismo, socialismo e democrazia*, 1967 (1943)]

+ [*Economic welfare and the allocation of resources for invention*, 1962]

- Effetto rimpiazzo (Arrow): le imprese con più potere di mercato hanno meno incentivi ad innovare
- Schumpeter: le imprese con più potere innovano.
- Queste due visioni non sono necessariamente incompatibili:
 - Le grandi imprese innovano perché hanno più risorse finanziarie → i mercati dei capitali non sono perfetti → la piccola impresa costretta a rivolgersi al venture capitalist
- La R&D dovrebbe essere più intensa nei mercati competitivi perché maggiori sono gli *incentivi*

E' cruciale distinguere fra:

- *Capacità ad innovare*: grandi imprese (hanno più risorse)
- *Incentivi ad innovare*: più forti in piccole imprese competitive (hanno più da guadagnare in termini relativi)

- In questa analisi manca un aspetto cruciale: la dinamica dell'innovazione
- Concorrenza Perfetta implica un uso efficiente delle risorse ma in un'ottica statica

Ottimalità della CP cade quando gli aspetti dinamici vengono presi in considerazione.

- In altre parole:

quando si prende in considerazione l'aspetto dinamico il sistema ottimale diventa quello di una concorrenza dinamica ove nel breve periodo c'è un certo grado di mercato, ma solo temporaneamente, per incentivare l'innovazione

Aspetti dinamici della R&D: tre scenari

- Ci sono due imprese: un monopolista *incumbent* (**M**) ed una potenziale rivale (**R**);
- Un laboratorio di R&D ha scoperto e brevettato una innovazione (invenzione) ma, poiché non è in grado di sfruttarla, il laboratorio decide di metterla in vendita;
- Il modello è dinamico: ci sono due stadi : pre-innovazione (monopolio) e post-innovazione;
- **R** entra solo se compra l'innovazione.

Quale impresa è disposta a pagare di più l'innovazione?

Primo scenario

- **M** sta ottenendo π^M . Se compra l'innovazione continua a ricevere π^M (al lordo del pagamento al laboratorio per l'innovazione).
- Se il rivale **R** acquista l'innovazione, c'è ingresso e le imprese ottengono π^D (duopolio) (il monopolista **M** sta sul mercato anche se non innova).
- Incentivi ad investire in R&D (disponibilità a pagare per l'innovazione):
 - 1) **M** è disposto a pagare fino a $\pi^M - \pi^D$ per il brevetto
 - 2) **R** fino a $\pi^D - 0$

M è disposto a pagare di più se

$$\pi^M - \pi^D > \pi^D \quad \rightarrow \quad \pi^M > 2 \pi^D$$

Cioè se i profitti complessivi sono più alti in monopolio che in duopolio

▪ A meno che la rivale non produca un prodotto assai differenziato, la condizione sopra vale sempre ($2 \pi^D$ è il totale dei profitti di duopolio, sempre inferiori a quello del monopolio) :

Il monopolista ha maggior incentivo ad investire in R&D che l'impresa rivale

• Conclusione: **M** ha da perdere dal non vincere la gara per l'innovazione (ottenimento del brevetto) più di quanto **R** abbia da guadagnare in caso di ingresso con innovazione

Il caso di Rank Xerox nel mercato delle
Fotocopiatrici '60:

al fine di proteggere il suo quasi-monopolio
Xerox brevettò non solo il processo di
xerografia ma anche ogni sviluppo possibile
ed immaginabile della sua tecnologia
(portafoglio di brevetti “congelati”)....

Secondo scenario

Variazione dello scenario 1.

- Supponiamo che ci sia incertezza sull'offerta di R:
 - con probabilità ρ , R non fa alcuna offerta per l'innovazione
- E' uno scenario realistico: spesso è difficile capire quanto è credibile il rivale potenziale

Ricalcoliamo gli incentivi delle imprese a investire in R&D:

- **R** è disposto ad offrire ancora fino a π^D e la probabilità di ottenere il brevetto è pari a $(1-\rho)$ (cioè la probabilità di fare l'offerta);
- **M** sta ottenendo π^M . Se fa un'offerta ed acquista l'innovazione (brevetto), continua a ricevere π^M ;
- **M** se non fa alcuna offerta per l'innovazione ha profitti attesi pari a:

$$(1-\rho) \pi^D + \rho \pi^M$$

Dunque gli incentivi ad investire in R&D sono:

- 1) **M** può offrire fino a $\pi^M - [(1-\rho) \pi^D + \rho \pi^M] = (1-\rho) (\pi^M - \pi^D)$
- 2) **R** può offrire fino a π^D

R disponibile a pagare di più di ***M*** se

$$\begin{aligned}\pi^D &> (1 - \rho) (\pi^M - \pi^D) \\ \rho - 1 &> -\pi^D / (\pi^M - \pi^D) \\ \rho &> 1 - \pi^D / (\pi^M - \pi^D) \\ \rho &> (\pi^M - 2\pi^D) / (\pi^M - \pi^D)\end{aligned}$$

Con $1 > \rho > 0$:

$\pi^D > (1 - \rho) (\pi^M - \pi^D)$ quanto più ρ si avvicina a 1

*Nel caso di significativa incertezza rispetto alla presenza della rivale (ρ elevato) ***M*** è disposto a pagare meno di ***R*** per l'innovazione:*

*Effetto rimpiazzo \rightarrow ρ è la probabilità che ***R*** non rappresenti una minaccia per ***M***: maggiore è $\rho \rightarrow$ ***M*** avrà meno incentivo ad innovare (acquisto del brevetto)*

Fino ad ora:

Innovazione graduale: innovazione che non “cancella” i prodotti esistenti dal mercato

Se la rivale entra, il monopolista ottiene ancora profitti:

l'innovazione non elimina il monopolio

Terzo scenario: innovazioni drastiche

- **Innovazione drastica:** innovazione che rende obsoleto il prodotto esistente:

*se avviene l'ingresso di **R** (innovatore), **M** è costretto a uscire dal mercato*

In questo caso: i profitti attesi di **M** nel caso non facesse alcuna offerta per l'innovazione sono: $(1-\rho)0 + \rho \pi^M$

Dunque gli incentivi ad investire in R&D diventano:

1) **M** può offrire fino a

$$\pi^M - ((1-\rho) 0 + \rho \pi^M) = (1-\rho) \pi^M$$

2) **R** può offrire fino a π^M (n.b. **R** diviene monopolio)

Quindi **M** è disposto a pagare meno della rivale **R** per una innovazione drastica

- Introdurre aspetti dinamici (ancorché semplici) rende l'analisi più complessa; in sintesi:
 1. Imprese *incumbent* hanno più incentivi delle entranti a fare R&D per innovazioni **graduali**.
 2. Se c'è **incertezza** rispetto alla minaccia di ingresso e/o l'innovazione è **drastica**, *outsiders* possono essere più incentivati dell' *incumbent* a fare R&D.

La tassonomia Pavitt

Settori dominati dai fornitori

Fanno parte → tessile, stampa, calzature e alimentari + settori non manifatturieri (agricoltura, edilizia, servizi)

- Fonte dell'innovazione esterna all'impresa
- Dimensione di impresa piccola + basse barriere all'entrata
- Innovazione mirata alla riduzione dei costi
- Il *learning by doing* e *by using* sono le modalità principali di apprendimento
- Scarsa appropriabilità + basso uso di brevetti

Pavitt (1984), *Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory.*, Research Policy

Settori ad intensità di scala

Fanno parte → settore siderurgico, beni di consumo durevoli

- Fonte dell'innovazione esterna e interna all'impresa
- Dimensione di impresa grande + alte barriere all'entrata
- Innovazione mirata alla riduzione dei costi + modifica dei processi e dei prodotti
- Media appropriabilità + brevetti per prodotti e
- segretezza per processi

Settori caratterizzati da fornitori specializzati

Fanno parte → meccanica strumentale, macchinari

- Fonte dell'innovazione esterna e interna all'impresa
- Dimensione di impresa piccola e specializzata +
- medie barriere all'entrata
- Innovazione mirata al miglioramento della
- performance, affidabilità, *customizzazione* dei
- prodotti
- Alta appropriabilità conoscenze tacite

Settori basati sulla scienza

Fanno parte → elettronica, farmaceutica

- Fonte dell'innovazione interna all'impresa (attività di R&D) + collaborazioni con centri di ricerca esterni
- Dimensione di impresa piccola, media e grande + alte barriere all'entrata (economie di apprendimento) + mercati di nicchia
- Innovazione mirata al miglioramento di processo e di prodotto
- Alta appropriabilità → brevetti, segretezza, lead time, innovazione continua