



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE

## Economia delle istituzioni e dello sviluppo

Lezione 8 – La frontiera della tecnologia

30 aprile 2026

Trieste

**Nicola Comincioli**

Dipartimento di Scienze Politiche e Sociali

1

### Introduzione

- La **frontiera** della **tecnologia** è l'insieme delle **tecnologie più avanzate** disponibili in un dato momento, appena uscite dalla fase di sviluppo e potenzialmente capaci di aumentare la produttività;
- La tecnologia di frontiera è ciò che **in un dato momento** è nuovo, rischioso ma promettente, quindi non è fissa ma si sposta continuamente, e.g.:
  - Frontiera **passata**: macchina a vapore, telegrafo, etc.;
  - Frontiera **odierna**: intelligenza artificiale generativa, terapia genica, etc.;
  - Frontiera **futura** (?): quantum computing, fusione nucleare, etc.
- Il **progresso tecnologico**, che sposta in avanti la frontiera è un fenomeno:
  - Storicamente **recente**, infatti prima della rivoluzione industriale era molto lento/discontinuo;
  - Molto **incerto**, infatti nonostante il potenziale non tutte le innovazioni si diffondono;
  - Influenza in modo sostanziale la **produttività** e quindi la **ricchezza** dei paesi.
- Da cosa dipende il **ritmo** del **progresso tecnologico** nei paesi più **avanzati**?

2



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE

2

## Contenuti della lezione

- **Capitolo 9: La frontiera della tecnologia:**
  - **L'andamento del progresso tecnologico:**
    - Il progresso tecnologico prima del Diciottesimo secolo;
    - La rivoluzione industriale;
    - Il progresso tecnologico a partire dalla rivoluzione industriale.
  - **La funzione di produzione della tecnologia:**
    - La relazione tra il livello dello sviluppo tecnologico e la sua velocità;
    - Rendimenti di scala decrescenti nella funzione di produzione della tecnologia;
    - Le implicazioni per il futuro del progresso tecnologico.
  - **Il progresso tecnologico differenziale:**
    - Il progresso tecnologico differenziale: due esempi teorici;
    - Il progresso tecnologico nel mondo reale: beni e servizi;
    - Il progresso tecnologico nel mondo reale: la tecnologia informatica.

3



3

## L'andamento del progresso tecnologico

- Il **progresso tecnologico** è strettamente **legato** alla **produttività** e quindi alla **ricchezza** dei paesi. Quindi **differenze** internazionali di **reddito** possono essere collegate a **diversi andamenti** del **progresso tecnologico**;
- Il progresso tecnologico è un fenomeno **difficile** da **misurare** direttamente, tuttavia tale scopo possono essere seguiti **due approcci** principali:
  1. Concentrarsi sulle **grandi invenzioni storiche** (pietre miliari):
    - Utile per cogliere la **concentrazione** delle **innovazioni** negli ultimi secoli;
    - Soggetto a **discrezionalità**, perché è difficile stabilire quali invenzioni siano più rilevanti.
  2. Basarsi sulla la **contabilità** della **crescita**:
    - Permette di stimare quanta **crescita non dipende** da **capitale** e **lavoro**;
    - Questa **componente residuale** è interpretata come progresso tecnologico/produttività.

4



4

## Alcune pietre miliari nel progresso tecnologico

- Il **progresso tecnologico** può essere «misurato» attraverso la **contabilità** della **crescita**, oppure può essere **descritto** attraverso le **fasi** di maggiore **innovazione**, ossia di maggiore **concentrazione** di **invenzioni storiche**;
- Di seguito alcuni esempi di **invenzioni storiche**:
  - **Agricoltura e allevamento**: permettono crescita demografica e civiltà complesse;
  - **Ruota e scrittura**: migliorano trasporto, coordinamento, amministrazione e trasmissione della conoscenza;
  - **Stampa a caratteri mobili**: riduce enormemente il costo di diffusione della conoscenza;
  - **Macchina a vapore e industria tessile**: segnano l'avvio della **rivoluzione industriale** e della produzione meccanizzata;
  - **Elettricità, automobile e produzione di massa**: trasformano l'uso dell'energia, la mobilità e l'organizzazione della produzione industriale;
  - **Transistor, Internet e biotecnologie**: aprono la fase dell'economia digitale, delle telecomunicazioni moderne e dell'ingegneria genetica.

5

5

## Il progresso tecnologico prima del Diciottesimo secolo

- L'andamento del **progresso tecnologico** può essere colto dall' aumento della **produttività**, che può essere studiato applicando la contabilità della crescita:
  - Focus sull'**Europa occidentale**, dove la rivoluzione ha avuto luogo permettendole di diventare l'area tecnologicamente più avanzata;
  - Inoltre, i **dati storici** sono «relativamente» **migliori**, e.g., disponibili ma approssimativi su popolazione e reddito, non affidabili sui fattori di produzione;
  - Il **fattore di produzione** fondamentale insieme al lavoro era la **terra**.
- Definiamo quindi la seguente **funzione di produzione pre rivoluzione industriale**:

$$Y = AX^\beta L^{1-\beta}$$

- Dove:
  - $A$  ed  $L$  sono rispettivamente **produttività** e **ammontare di lavoro** (nessuna novità);
  - $X$  è la **quantità di terra**, intesa come fattore produttivo;
  - $\beta$  è l'**elasticità della ricchezza** rispetto alla **terra**, cioè la quota di ricchezza totale imputabile a questo fattore produttivo.

6

6

## Il progresso tecnologico prima del Diciottesimo secolo

- Dividendo per  $L$  otteniamo il **reddito per lavoratore**:

$$y = A \left( \frac{X}{L} \right)^\beta$$

- Che, in termini di **tassi di crescita**, diventa:

$$\hat{y} = \hat{A} + \beta \hat{X} - \beta \hat{L}$$

- Ma, dato che la **quantità di terra è fissa**, cioè  $\hat{X} = 0$ , otteniamo:

$$\hat{y} = \hat{A} - \beta \hat{L} \rightarrow \hat{A} = \hat{y} + \beta \hat{L}$$


- Da cui **deduciamo** che:
  - Se la **popolazione cresce**, la **terra per lavoratore diminuisce**;
  - Questo **riduce il prodotto** per lavoratore;
  - Quindi, se  $y$  non diminuisce, deve esserci stata **crescita della produttività  $A$** .

7

7

## Il progresso tecnologico prima del Diciottesimo secolo

- Studi storici mostrano che un **valore plausibile** per l'elasticità del reddito rispetto alla terra è  $\beta = 1/3$ , perché nelle economie pre industriali questa era la **quota di reddito nazionale corrisposta ai proprietari terrieri**;
- Grazie a questo valore, insieme alle altre osservazioni storiche, è possibile basarsi sulla **contabilità della crescita** per stimare la **crescita della produttività** che a sua volta approssima il **progresso tecnologico**.

TABLE 9.1 Growth Accounting for Western Europe, A.D. 1–1700 

Time Period	Annual Growth Rate of Income per Capita	Annual Growth Rate of Population Size	Annual Growth Rate of Productivity
1–1500	0.019%	0.055%	0.038%
1500–1700	0.127%	0.176%	0.185%

Source: Authors' calculations, based on Maddison (2010).

**Tabella** Contabilità della crescita in Europa occidentale. Fonte: Weil.

8

8

## La rivoluzione industriale

- La **rivoluzione industriale** (1760–1830) inizia in **Gran Bretagna**, e determina il passaggio dalla **produzione artigianale** a quella **meccanizzata**, implicando:
  - **Sostituzione** di **lavoratori** anche qualificati con macchinari;
  - **Aumento** della velocità, continuità e scala della **produzione**;
  - **Innovazioni concentrate** in **tre settori** chiave.
- **Tessile**, grazie alla meccanizzazione di filatura, tessitura e stampa;
  - Il tempo di filatura di una libbra di cotone passa da 500 a 3 ore;
  - La produzione britannica di tessuti di cotone aumenta di 125 volte tra il 1770 e il 1841.
- **Energia**, grazie alla macchina a vapore si trasforma l'energia chimica del carbone:
  - Superamento di forza umana, animale, vento e acqua;
  - Applicazioni a produzione e trasporti, e.g., battelli a vapore, ferrovie, etc.
- **Metallurgia**, grazie all'uso del carbone nella fusione del ferro:
  - Riduzione dei costi di produzione;
  - Materiale disponibile per edifici, ponti, ferrovie e macchinari.

9

9

## La rivoluzione industriale

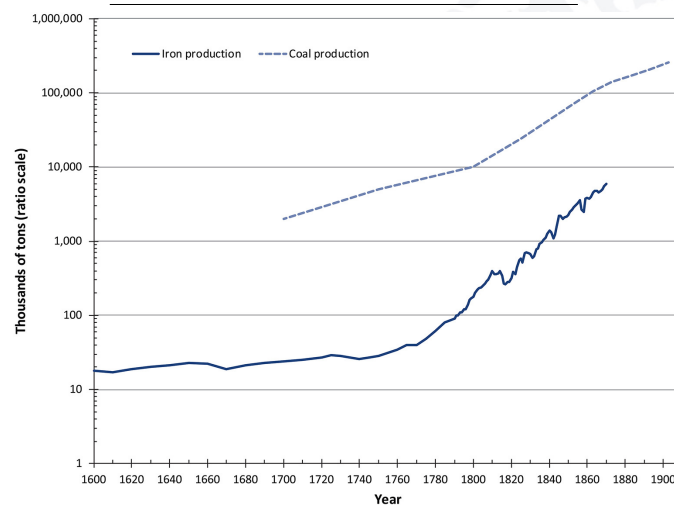


Figura Produzione di acciaio e carbone in Inghilterra. Fonte: Weil.

10

10

## La rivoluzione industriale

- La **rivoluzione** ha una **portata** molto **ampia**, che supera il semplice progresso tecnologico, e si manifesta in **cambiamento strutturale** nei seguenti aspetti;
- **Trasformazione della struttura produttiva:**
  - Progressivo **allontanamento** dei **lavoratori** dalle attività **agricole** e **artigianali**;
  - La quota della forza lavoro britannica in **agricoltura/silvicoltura** e **pesca** passa dal 48% al 25%, mentre la quota in **miniere** aumenta dal 22% al 41% (1760-1831);
- **Urbanizzazione:**
  - La **fabbrica** diventa il nuovo centro di organizzazione della **vita sociale**;
  - La quota di popolazione britannica che **vive** nelle **città** passa dal 17% al 50% (1700-1850);
- **Integrazione dei mercati:**
  - Tra 1760 e 1835 vengono costruiti circa 4.000 km di **canali**;
  - Materie prime, cibo e prodotti finiti possono **circolare** più **rapidamente**;
  - L'**economia** nazionale diventa più **integrata** e meno dipendente da mercati locali isolati.

11

UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE

11

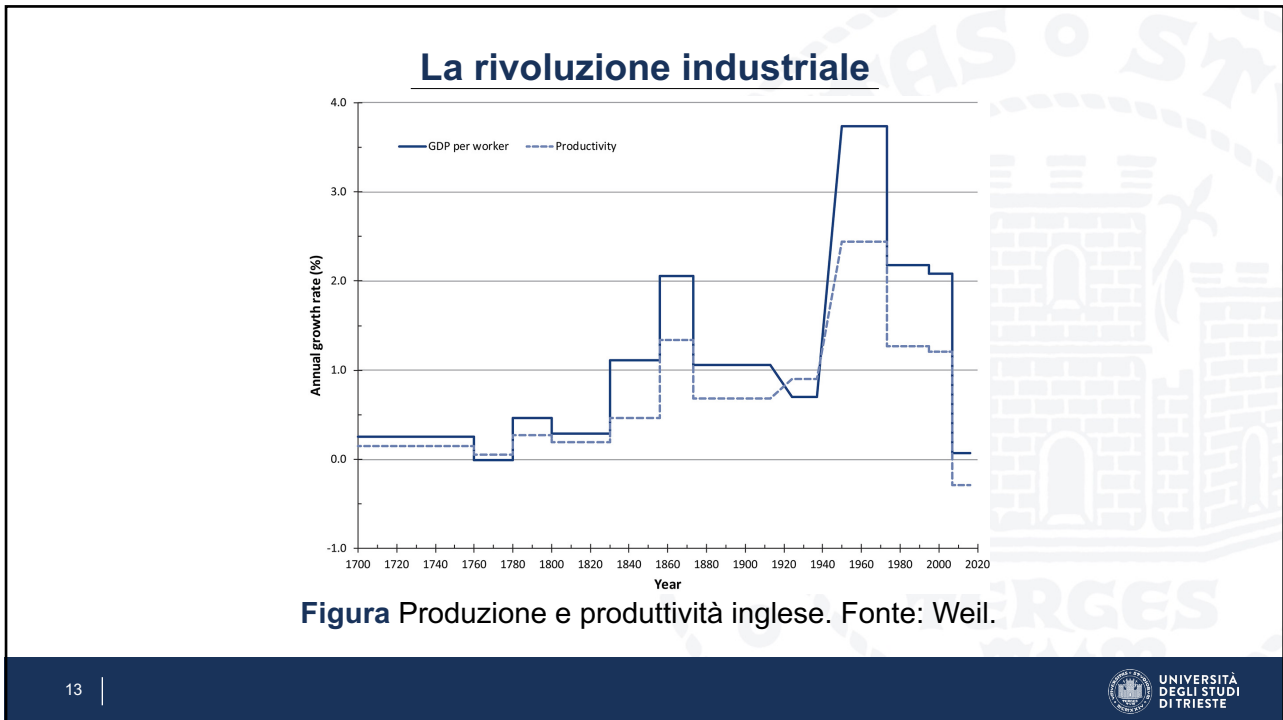
## La rivoluzione industriale

- Nonostante le numerose innovazioni e i conseguenti cambiamenti strutturali, durante la rivoluzione l'**impatto** sulla **crescita** fu **modesto**. Infatti:
  - Nel **periodo 1800–1830**:
    - PIL per lavoratore: +0,29% annuo;
    - Produttività: +0,19% annuo.
  - Dopo la **Seconda guerra mondiale**:
    - PIL per lavoratore: +3,74% annuo;
    - Produttività: +2,44% annuo.
- Qual è la spiegazione di questo «paradosso»?
  - Le nuove **tecnologie** erano inizialmente **concentrate** in **pochi settori**;
  - Il loro **effetto aggregato** richiese **tempo**;
  - La vera rottura fu l'avvio di un **processo continuo**, fatto di nuove tecnologie, nuovi beni, sostituzione dei vecchi metodi produttivi che hanno comportato una **crescita persistente** della **produttività**.

12

UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE

12



13

13

### Il progresso tecnologico a partire dalla rivoluzione industriale

- Dopo la rivoluzione industriale, il centro del **progresso tecnologico** si **sposta** progressivamente dalla Gran Bretagna **agli Stati Uniti**, che, tra fine Ottocento e inizio Novecento, diventano il paese **leader** per **reddito**, **produttività** e **innovazione**;
- Il processo non è stato uniforme, piuttosto è ricco di **discontinuità storiche**;
- Tra il **1890** e il **1970** si diffondono **tecnologie** che **trasformano profondamente la vita quotidiana**, e.g., elettricità domestica e quindi elettrodomestici, telefono, automobile, radio e televisione, viaggi aerei, etc.;
  - È interessante notare che molte di queste tecnologie erano state **inventate prima**, ma il loro **impatto economico** arriva solo quando si **diffondono su larga scala**;
  - La **lampadina**, e.g., è inventata nel 1879, ma nel 1899 solo il 3% delle famiglie americane aveva luce elettrica, nel 1929 la quota sale al 70%;
  - Un'invenzione diventa davvero **importante** per la **crescita** solo quando viene **adottata diffusamente** dall'economia.

14

14

## Il progresso tecnologico a partire dalla rivoluzione industriale

- A partire dai primi anni **Settanta**, la crescita della produttività rallenta nettamente, dall'1,98% annuo tra 1891 e 1972 all'1,06% annuo tra il 1972 e 1996, **trend condiviso** da gran parte del **mondo sviluppato**;
  - Questo rallentamento **non implica** necessariamente che il **progresso** tecnologico si sia **fermato**. Infatti, dal momento che la produttività riflette:
    - **Progresso tecnologico**;
    - **Efficienza** nell'uso dei **fattori** produttivi disponibili.
  - Il **rallentamento** osservato può dipendere da **fattori macroeconomici** che impattano sull'efficienza allocativa (e.g., shock petroliferi, recessioni, disoccupazione, etc.).
- Dalla metà degli anni **Novanta**, la produttività torna temporaneamente ad accelerare, fino all'1,95% annuo, grazie alla diffusione delle ICT (e.g., computer, internet, etc.);
  - Lettura **ottimistica**: inizio di una nuova rivoluzione industriale centrata sull'informazione;
  - Lettura più **scettica**: il settore **ICT** è molto **dinamico** ma potrebbe non essere abbastanza grande da **trainare stabilmente** l'intera **economia**. Le ICT possono inoltre trasformare società ed economia in modo ambivalente (e.g., potere di mercato, diseguaglianze, etc.).

15

15

## Il progresso tecnologico a partire dalla rivoluzione industriale



Figura Produzione e produttività statunitense. Fonte: Weil.

16

16

## La funzione di produzione della tecnologia

- Il **progresso tecnologico** non nasce spontaneamente, richiede infatti **investimenti, ricerca e lavoro qualificato**. Come per la produzione di beni, possiamo quindi pensare ad una **funzione di produzione della tecnologia** con:

- **Output:** nuove tecnologie e nuove idee;
- **Input:** ricercatori, capitale umano, attrezzature, investimenti in R&D.

- Abbiamo già visto una funzione che, sebbene molto semplice, può essere **adatta a spiegare questa relazione**:

$$\hat{A} = \gamma_A \frac{L}{\mu} = \frac{L_A}{\mu}$$

- Dal secondo dopoguerra, l'**input della ricerca cresce** moltissimo:
  - Dal 1950 al 2017 il numero di ricercatori passa da 251k a 3,1 milioni (x12);
  - Tuttavia la **crescita della produttività non** chiaramente più **alta** (paradosso?).

## Tecnologie di impiego generico

- Le **tecnologie di impiego generico** sono innovazioni peculiari:
  - Sono capaci di **trasformare molti settori**, non solo quello in cui nascono;
  - Non producono necessariamente effetti immediati, anzi si **diffondono lentamente**;
  - Richiedono **innovazioni complementari e riorganizzazione** produttiva;
  - Il loro **impatto** può **durare per decenni**.
- Il **motore elettrico** è una tecnologia di impiego generico, infatti:
  - Inizialmente è una **sostituzione del motore a vapore**: impatto limitato, cioè stesse fabbriche, stessa organizzazione, cambia semplicemente la fonte di energia;
  - Segue una **riorganizzazione delle fabbriche**: piccoli motori elettrici forniscono movimento ai singoli macchinari, non più un motore centralizzato, meno sprechi;
  - Segue la **nascita di nuovi settori**: il motore elettrico entra progressivamente in altre imprese e abitazioni con elettrodomestici, ascensori, utensili, etc.;
  - La **mobilità** ne viene **trasformata**: treni, tram, metropolitane, automobili;
  - L'**impatto non è esaurito**: automazione, robotica, droni, etc.

## La scienza e la tecnologia

- Partiamo dalla seguente definizione:
  - **Scienza:** conoscenza dei processi fisici e biologici;
  - **Tecnologia:** conoscenza delle tecniche produttive.
- Per **gran parte** della **storia**, il **progresso** tecnologico **nasce** più da **tentativi** ed **errori** che da **teoria scientifica**. Spesso è la **tecnologia** a **stimolare** la **scienza**:
  - La macchina a vapore ha aperto lo studio della **termodinamica**;
  - Il cibo in scatola della **microbiologia**;
  - Strumenti come microscopio e telescopio hanno dato impulso all'**astrofisica**.
- Con la **Seconda Rivoluzione industriale**, il rapporto tra scienza e tecnologia cambia profondamente:
  - Molte **innovazioni non nascono** più solo da **tentativi pratici** o esperienza **artigianale**;
  - Diventano sempre più **dependenti** da **conoscenze scientifiche** formalizzate, e.g., semiconduttori, laser, energia nucleare, etc.

## La relazione tra il livello dello sviluppo tecnologico e la sua velocità

- Il **progresso tecnologico** è **cumulativo**, infatti ogni generazione di ricercatori usa conoscenze, **strumenti** e **scoperte accumulati** dalle generazioni precedenti («*standing on the shoulders of giants*»). Questo ha un **duplice effetto**:
  - **Positivo:** basarsi su risultati già acquisiti facilita il progresso futuro;
  - **Negativo:** molte scoperte «semplici» sono già acquisite, quindi i ricercatori devono lavorare su problemi più difficili.
- Pertanto, con il progresso tecnologico, spostare più avanti la frontiera diventa sempre più difficile (servono, e.g., più formazione e specializzazione) riducendo la produttività della ricerca. Si tratta del **fishing out effect**: le idee più facili e più redditizie vengono scoperte prima; col tempo restano quelle più difficili da trovare;
- La **versione semplice** della funzione di **produzione di progresso** tecnologico:

$$\hat{A} = \frac{L_A}{\mu}$$

assume implicitamente che il livello di tecnologia non conti, è rilevante solo quante risorse si dedicano alla R&D. I **dati storici** però **smontano** questo **modello**.

## Rendimenti di scala decrescenti nella funzione di produzione

- Un'altra **assunzione implicita** nella funzione semplice:

$$\hat{A} = \frac{L_A}{\mu}$$

sono i **rendimenti di scala costanti** (il doppio dei ricercatori raddoppia il progresso);

- Nel caso della **R&D** questa **ipotesi è debole**:
  - La **conoscenza è non rivale**: una volta prodotta, può essere usata da molti;
  - Se **più team cercano** la stessa **scoperta**, molti **sforzi** possono essere **duplicati**;
  - Solo il **primo** che arriva **ottiene** il **risultato economico** rilevante (e.g., brevetto, standard, vantaggio competitivo), mentre gli altri possono aver lavorato su una soluzione simile, ma senza produrre progresso aggiuntivo.
- Alcuni esempi:
  - Bell** e **Gray** hanno depositato il brevetto/caveat a distanza di poche ore (e Meucci?);
  - Edison** e **Tesla** sulla scelta tra corrente continua e alternata.

21

21

## Le implicazioni per il futuro del progresso tecnologico

- Due forze rendono più difficile **mantenere** lo stesso **ritmo** di **progresso tecnologico**:
  - Fishing out effect**;
  - Rendimenti di scala decrescenti**.
- Di conseguenza, per **mantenere stabile**  $\hat{A}$ , serve **umentare continuamente**  $L_A$ :
  - Dal 1950 al 2017 il **numero di ricercatori** passa da 251k a 3,1 milioni (x12);
  - Mantenendo lo stesso **tasso di crescita**, ci sarebbero 38M nel 2084 e 476M nel 2151.
- Le fonti possibili per trovare nuovi ricercatori sono le seguenti:
  - Crescita della forza lavoro** ( $L$ ): in passato ha aiutato molto ma nei paesi avanzati la crescita demografica sarà molto limitata;
  - Quota più alta di lavoratori in R&D** ( $\gamma_A$ ): i valori attuali sono relativamente bassi, quindi c'è ancora margine di aumento, anche se non c'è perfetta flessibilità;
  - Nuovi paesi alla frontiera**: Giappone, Corea del Sud, Taiwan, Israele, Singapore sono esempi di ingressi recenti. e rappresentano ancora una piccola quota della popolazione mondiale.

22

22

## Le implicazioni per il futuro del progresso tecnologico

Country	Patents	Patents per Million Residents
Taiwan	9,635	418.5
Japan	46,978	368.2
Israel	1,917	260.7
Finland	1,232	234.4
Switzerland	1,889	247.8
Sweden	1,594	175.7
South Korea	12,508	257.2
Germany	13,633	167.0
Canada	5,513	163.3
Hong Kong	716	101.0
Singapore	633	123.2
Luxembourg	44	88.4
Denmark	766	138.9
Netherlands	1,919	115.8
Iceland	25	80.9
Austria	905	110.2
Australia	2,079	96.6
Belgium	896	86.0
France	5,038	77.8
Norway	448	95.8
United Kingdom	5,038	80.8
Ireland	275	59.5
New Zealand	232	54.6
Italy	2,254	37.1

Source: U.S. Patent and Trademark Office, [http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/cst\\_all.htm](http://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/cst_all.htm)

**Tabella** Brevetti per milione di abitanti nel 2010. Fonte: Weil.

## Dov'è la frontiera della tecnologia?

- La **frontiera tecnologica** può essere identificata guardando ai **paesi che producono più innovazione**, misurata mediante il **numero brevetti** concessi negli Stati Uniti per milione di abitanti;
- La frontiera è **concentrata** in un **gruppo ristretto** di economie avanzate:
  - Paesi **europei ad alto reddito**, e.g., Finlandia, Svizzera, Svezia;
  - Paesi dell'**estremo oriente**, e.g., Giappone, Corea del Sud;
  - **Economie piccole** ma molto **innovative**, e.g., Taiwan, Israele.
- Il numero di brevetti per paese dà un'idea dell'intensità del processo tecnologico, ma rimane una **misura imperfetta**, infatti:
  - Alcuni settori **brevettano molto**, distorcendo la percezione, e.g., farmaceutica;
  - Altri settori proteggono l'innovazione con **segreto industriale** o **vantaggio temporale**;
  - La frontiera **non coincide** sempre con i **confini nazionali**, singole città o regioni possono essere alla frontiera senza che il paese lo sia, e.g., distretto farmaceutico del nord-ovest italiano.

## Il progresso tecnologico differenziale

- Finora abbiamo trattato la tecnologia come una **variabile unica**, capace di aumentare la produttività dell'intera economia. In realtà, il **progresso tecnologico** procede a **velocità** molto **diverse** tra **settori**. Infatti, anche in tempi recenti:
  - Alcuni sono cambiati **radicalmente**: e.g., comunicazioni, trasporti aerei, informatica, etc.;
  - Altri sono stati molto **più stabili**: e.g., servizi alla persona, attività artigianali.
- Queste differenze si riflettono nei prezzi relativi, infatti:
  - I beni e servizi prodotti in settori con **forte crescita** della produttività diventano relativamente più **economici**;
  - Al contrario, quelli prodotti in settori con **bassa crescita** della produttività diventano relativamente più **costosi**.
- Ad esempio, in **termini relativi**, nel 1927 un MWh di elettricità costava poco più di un abito maschile elegante, mentre nel 2019 costava solo circa il 12% di un abito simile.

25

25

## Cos'è possibile prevedere del progresso tecnologico

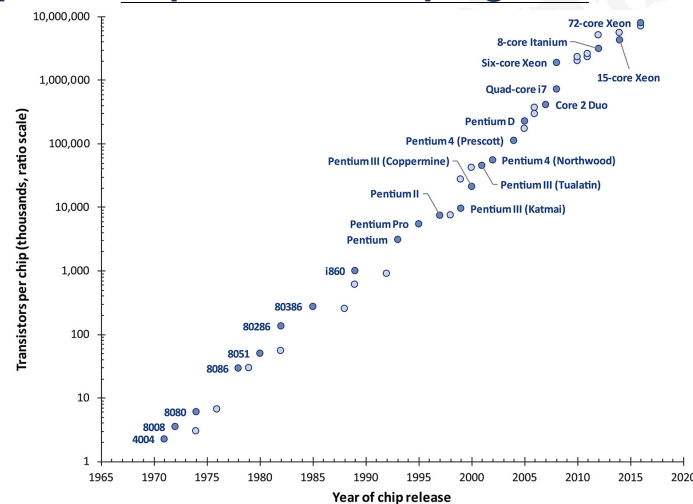


Figura La legge di Moore applicata ai microprocessori Intel. Fonte: Weil.

26

26

## Il progresso tecnologico differenziale: Due esempi teorici

- Dato che il progresso tecnologico, e quindi la produttività, di alcuni **settori** procede più velocemente di altri, **come cambia** il loro **peso** nell'**economia**?
- Beni **perfetti complementi** (e.g., pane e formaggio):
  - Supponiamo che solo uno dei due diventi più facile da produrre grazie al progresso,
  - Tuttavia il consumo è vincolato alla disponibilità dell'altro bene;
  - Quindi non ha senso produrre maggiore quantità del primo bene;
  - $K$  ed  $L$  si spostano dove c'è maggior necessità, aumentando il peso del secondo settore;
  - Essendo però questo meno efficiente, la **crecita** dell'**economia rallenta**.
- Beni **perfetti sostituti** (e.g., burro e margarina):
  - La produzione del bene che beneficia del progresso tecnologico diventa sempre più facile, quindi il prezzo di questo bene relativamente all'altro scende;
  - I consumatori si spostano su questo bene, generando domanda, quindi produzione che a sua volta attira  $K$  ed  $L$ , **stimolando** la **crecita economica**.

27

27

## Il progresso tecnologico nel mondo reale: Beni e servizi

- L'applicazione più rilevante del **progresso tecnologico differenziale** riguarda la differenza tra produzione di **beni** e produzione di **servizi**:
  - Nei **beni manifatturieri** la **produttività** è **creciuta** molto;
  - In molti **servizi**, invece, il modo di **produrre** è **cambiato poco**.
- Questa dinamica si è quindi manifestata sui **prezzi relativi**, rendendo i **servizi** relativamente **più costosi** rispetto ai beni, e.g.:
  - Jeans vs. taglio di capelli: da 13 volte a 1,5 volte (1927-2011)
  - Assicurazione sanitaria vs. TV : da 2,5 volte a 35 volte (2004-2011).
- La quota di spesa nei servizi è però aumentata dal 39% al 69% (1950-2018), quindi l'**economia** si è **spostata** verso settori con **produttività** più **lenta** (come nel caso dei beni complementi), questo fenomeno è stato definito come **cost disease**;
- Questo naturalmente non esclude che in futuro anche il **progresso tecnologico** dia una **spinta** alla **produttività** dei **servizi**.

28

28

## Il progresso tecnologico nel mondo reale: La tecnologia informatica

- Vediamo ora una seconda applicazione del **progresso tecnologico differenziale**, applicato all'**IT**, ossia uno dei settori più **dinamici** dell'economia moderna;
- Il **rapidissimo progresso** tecnologico osservato si riflette in una forte **riduzione** dei **prezzi**, e.g., il prezzo dei computer scende del 10,9% annuo (1982-2019);
- Quale può essere quindi l'impatto sulla crescita economica dell'IT?
- Il punto centrale non è solo **quanto cresce** la **produttività** nel settore IT, ma **quanto pesa** il **settore** sull'economia complessiva:
  - Se i prezzi dei computer scendono molto, i **consumatori** ne **comprano di più**;
  - Ma la spesa totale può non aumentare, perché ogni **unità** diventa più **economica**, e.g., l'investimento in computer come quota del PIL passa da 0,57% a 0,56% (1982-2019).
- Quindi un settore può essere **tecnologicamente** molto **dinamico**, ma se **resta piccolo**, il suo effetto diretto sulla **crescita aggregata** può essere **limitato**.

29

29

## Il progresso tecnologico nel mondo reale: La tecnologia informatica

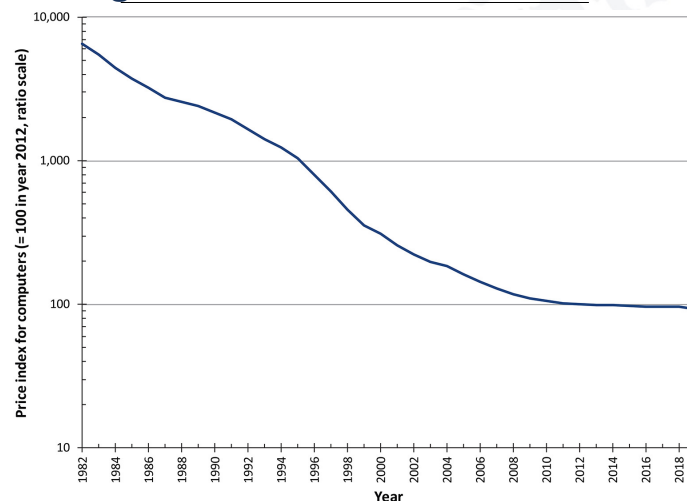
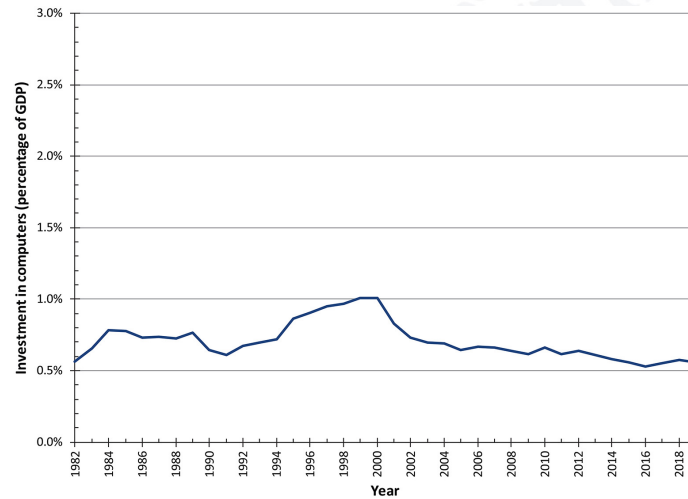


Figura Prezzo dei computer negli Stati Uniti. Fonte: Weil.

30

30

## Il progresso tecnologico nel mondo reale: La tecnologia informatica



**Figura** Investimento in computer come percentuale del PIL negli Stati Uniti. Fonte: Weil.

## Prossima lezione

**Efficienza**  
Capitolo 10, Weil