



Quali sono le caratteristiche economiche della tecnologia/innovazione?

Prof.ssa Maria Alessandra Rossi

Corso di Economia e Politica dell'Innovazione
Dipartimento di Economia, Università di Chieti-Pescara



Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 2.5 Italia (CC BY-NC-SA 2.5 IT)

AGENDA

- **Definizioni** di base
- Una mappa teorica per orientarsi: tre **approcci economici** teorici: neoclassico, evolutivo ed istituzionalista
- Alcuni **concetti chiave** (investimento innovativo/ conoscenza/tecnologia) **declinati dai diversi approcci** – quali problematiche economiche corrispondono alle diverse concettualizzazioni?
- **Innovazione come processo**



Definizioni di base

QUAL È L'OGGETTO DELL'ANALISI ECONOMICA?

Invenzione

nuova **idea**, nuovo sviluppo scientifico o novità tecnologica non ancora introdotta sul mercato

Innovazione

applicazione dell'invenzione nell'ambito di un nuovo prodotto o processo produttivo

Diffusione

Processo di **adozione** di un'innovazione da parte delle imprese utilizzatrici o dei consumatori finali

- La (gran parte della) teoria economica non cerca di spiegare Leonardo
- Ma può dirci molte cose sulla Apple, sul successo degli Stati Uniti ecc., ovvero sull'**investimento innovativo** e la diffusione delle innovazioni

NB: la distinzione fra questi concetti è attribuibile a **Joseph Schumpeter**, in concreto è spesso sfumata...

DIVERSE FORME DI INNOVAZIONE, IN TERMINI DI IMPATTO

- **Innovazione di prodotto:** miglioramento di un prodotto esistente o creazione di un nuovo prodotto che soddisfi nuove esigenze del cliente (qualità, prestazioni, domanda prima inesistente).
 - **Innovazione tecnologica di processo:** miglioramento o creazione ex novo di un processo produttivo, che permetta di ridurre i costi, migliorare la qualità od ottenere nuovi prodotti.
 - **Innovazione organizzativa di processo:** cambiamento della struttura organizzativa dell'impresa con l'obiettivo di migliorarne la gestione, adattandosi ai cambiamenti del proprio business e del contesto di riferimento
 - es. nuove modalità di organizzazione interna, nuove forme di collaborazione fra imprese, innovazioni nel sistema di distribuzione (Chandler, 1990)
 - **Apertura di nuovi mercati**
 - **Ingresso in nuovi settori**
- Si tratta di «innovazioni» in senso relativo, non tutti sono d'accordo nel qualificarle come tali

GENERAL PURPOSE TECHNOLOGIES

- Una categoria di innovazioni che merita specifica attenzione, per via degli impatti particolarmente significativi
- Si definiscono come innovazioni/insiemi di tecnologie il cui impatto non è limitato ad uno specifico livello della catena produttiva (es. prodotto o processo) o ad uno specifico settore, ma si estende ad una intera economia (Nelson e Winter, 1982; Bresnahan e Trajtenberg, 1995)
- Caratteristiche (Bresnahan e Trajtenberg, 1995)
 - **Pervasività** – utilizzati come input in molti settori
 - **Potenziale intrinseco** per miglioramento tecnico
 - **Complementarietà** innovative

Aumentano la produttività della R&S nei settori che le usano
- Pertanto, si tratta di tecnologie che hanno il potere di trasformare l'intera società, modificando le strutture economiche e sociali pre-esistenti
- Esempi: motore a vapore, ferrovia, elettricità, internet, blockchain, intelligenza artificiale

INNOVAZIONI PIÙ O MENO 'NUOVE'

Distinzione delle innovazioni in relazione al **grado di novità** rispetto alla tecnologia, all'organizzazione e alla domanda esistenti in (Freeman e Soete, 1997):

- **Innovazioni incrementali/marginali:** miglioramento di un processo, di un prodotto o servizio rispetto ad uno specifico design dominante, architettura di prodotto, processo produttivo o domanda esistenti.
- **Innovazioni radicali:** introduzione di prodotti o processi radicalmente nuovi rispetto a quelli esistenti.
 - L'impatto cumulativo delle innovazioni incrementali può essere altrettanto rilevante di quello delle innovazioni radicali
 - Molte innovazioni incrementali sono essenziali per realizzare i benefici di quelle radicali
- **Rivoluzioni tecnologiche:** gruppi di innovazioni con effetti sistemici
- **Imitazione/trasferimento tecnologico:** introduzione di un'innovazione esistente in un nuovo contesto



Approcci teorici e
corrispondenti
concetti chiave

L'INVESTIMENTO INNOVATIVO

- Diverse componenti
 - R&S
 - Design e marketing per portare un prodotto sul mercato
 - Nuovi impianti e macchinari
 - Forza lavoro qualificata/formazione del personale
- Simile ad altre forme di investimento
 - L'impresa sostiene una spesa al tempo t per ottenere un ritorno (incerto) al tempo $t+1$
- Diverso perché il risultato dell'investimento è dato in larga parte da **beni intangibili** (informazione/conoscenza/tecnologia)
- Diversi approcci economici pongono l'enfasi su diverse caratteristiche economiche dei beni intangibili, traendone conclusioni profondamente diverse in termini di analisi positiva e normativa

GLI APPROCCI ECONOMICI CHE UTILizzerEMO IN QUESTO CORSO

Economia industriale/approccio
neoclassico



- Conoscenza/**informazione** come **bene pubblico**
- Tecnologia come combinazione (fluida) di input per produrre output
- Enfasi sui **fallimenti di mercato** – in particolare limitata appropriabilità dell'investimento innovativo

Economia evolutiva



- Conoscenza con **caratteristiche** (di appropriabilità) **eterogenee**
- Non tutte le combinazioni di input sono tecnologicamente possibili – enfasi sui vincoli alle scelte economiche posti dalle caratteristiche della tecnologia

Economia (neo)istituzionalista



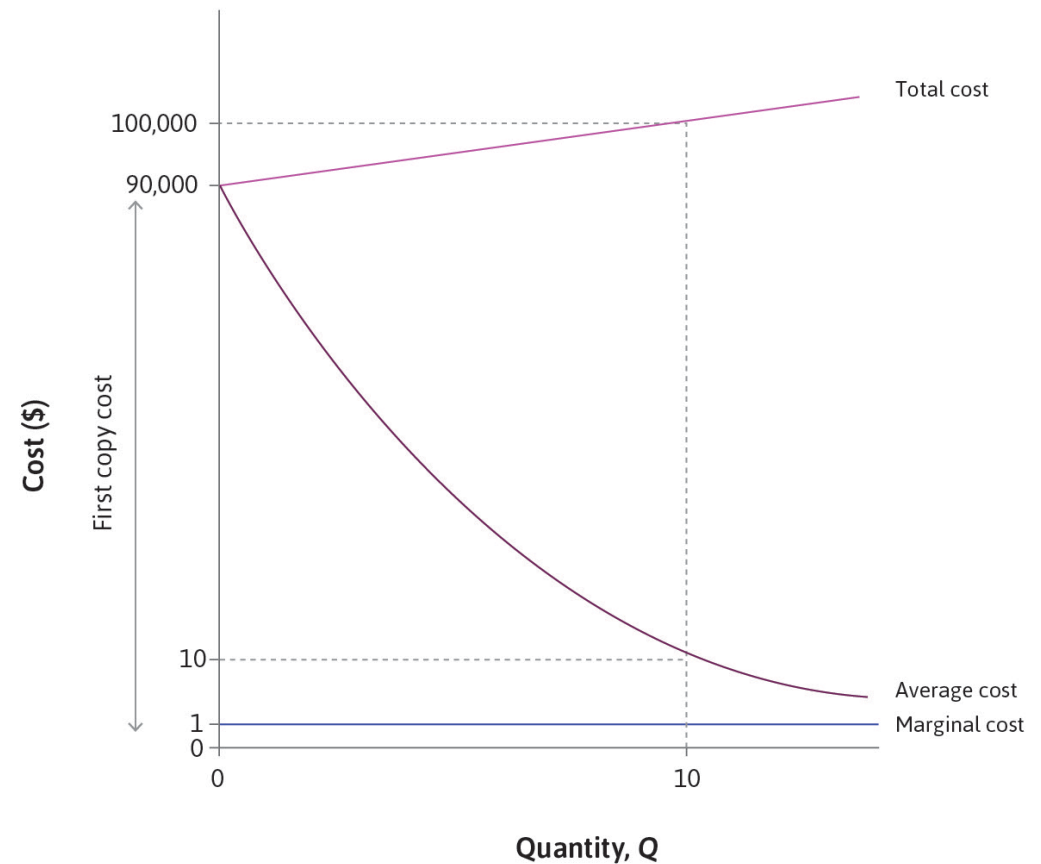
- Enfasi sul fatto che l'investimento in conoscenza è un **investimento specifico**
- Piuttosto eclettica nella concettualizzazione di altri aspetti della conoscenza/ tecnologia

LE CARATTERISTICHE ECONOMICHE DELLA CONOSCENZA NELL'APPROCCIO NEOCLASSICO

- Può essere descritta, in prima approssimazione, come un **bene pubblico** in senso economico
 - *non-rivalità*
 - *non-escludibilità*
- Può essere descritta anche come un **bene privato con forti esternalità** (dipende dal grado di non-rivalità e non-escludibilità)
 - Le innovazioni di un'impresa hanno effetti positivi o negativi sul valore degli investimenti innovativi di altre imprese, che l'innovatore non prende in considerazione nella sua decisione di investimento
- Le principali caratteristiche, e le conseguenze in termini economici, sono state individuate per la prima volta compiutamente da Arrow (1962)
 - **Indivisibilità**
 - **Non-appropriabilità**
 - **Incertezza**

INDIVISIBILITÀ NELLA CREAZIONE DI CONOSCENZA

- La produzione di conoscenza è soggetta a forti **economie di scala**:
 - alto costo fisso di produzione (costo della prima copia)
 - basso costo di riproduzione
- Implicazioni:
 - Il costo di produrre l'informazione è indipendente dalla quantità utilizzata
 - L'innovatore sostiene molti costi *sunk* (irrecuperabili) prima di poter iniziare a trarre profitto



CONOSCENZA COME BENE PUBBLICO/NON APPROPRIABILITÀ

• Non-rivalità

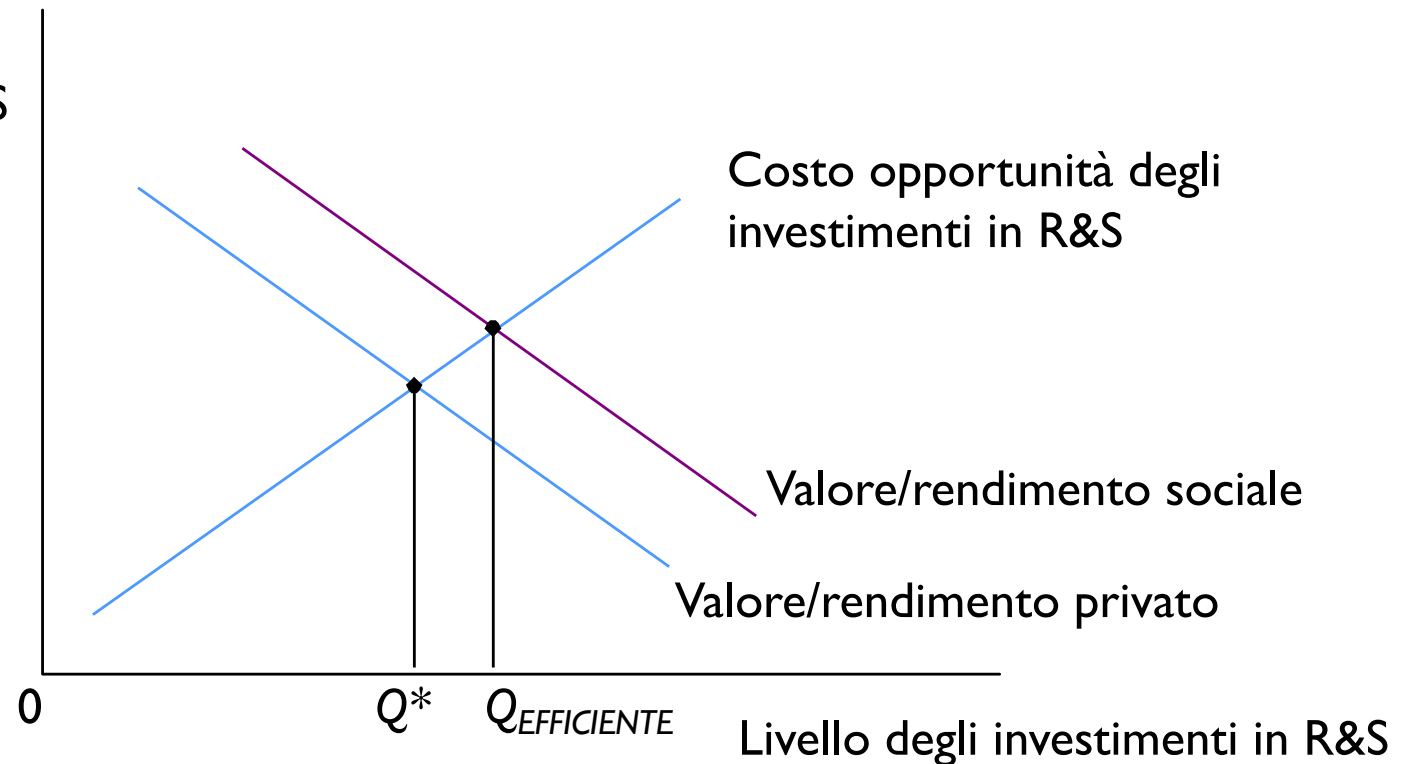
- Il costo marginale di fornire la conoscenza ad un utilizzatore ulteriore è zero (talmente basso che si può assumere uguale a zero)
- → per avere un'allocazione efficiente della conoscenza, dovrebbe essere venduta ad un prezzo = costo marginale = zero (condizione di allocazione efficiente delle risorse)
 - ✓ Se si fissa un prezzo $>$ zero → allocazione inefficiente perché qualcuno che sarebbe disposto a pagare il prezzo = costo marginale è escluso dal consumo
 - ✓ Se si fissa un prezzo = zero → innovatore non ha incentivo a produrre la conoscenza

• Non-escludibilità

- È costoso e difficile, nonché spesso impossibile, escludere gli altri dall'accesso alle conoscenze una volta create
- Questo spiega perchè ci può essere un **problema di incentivo**: il valore privatamente appropriabile dall'investitore è inferiore al valore sociale

LA DIVERGENZA FRA IL VALORE SOCIALE E IL VALORE PRIVATAMENTE APPROPRIABILE DELLA CONOSCENZA E IL PROBLEMA DI INCENTIVO

Tasso di rendimento dell'investimento in R&S



I VINCOLI ALL' APPROPRIABILITÀ

- La produzione di conoscenza è soggetta a **spillovers** per molti motivi
- Le forme di tutela legale della conoscenza mediante diritti di proprietà sono imperfette
 - In alcuni contesti tecnologici le forme di tutela legale non sono adeguate alla natura della conoscenza sviluppata (es. molte innovazioni incrementali nelle PMI)
 - In altri contesti i diritti di proprietà intellettuale sono utilizzati ma non sono efficaci (es. software)
- Esistono altri **meccanismi di appropriabilità** (es. il segreto), ma altrettanto **imperfetti**
- **Costi di transazione**
 - Scambiare sul mercato la conoscenza può essere difficile
 - Gli ostacoli alla vendita di conoscenza aumentano la divergenza fra valore privato e sociale

INDIVISIBILITÀ NEL TRASFERIMENTO DI CONOSCENZA

- Il “**paradosso fondamentale**” dell’informazione di Arrow:

Per decidere quanto sono disposto a pagare per acquistare un’informazione devo acquisirla, ma una volta che l’ho acquisita diventa difficile per il detentore farsela pagare
- Implicazioni per il funzionamento del mercato per l’informazione:
 - Acquisto sub-ottimale di informazione (per qualsiasi livello di prezzo e soprattutto se utilizzata come input nell’attività innovativa)
 - Allocazione sub-ottimale dell’informazione (per un prezzo positivo, a causa della non-rivalità)
- In altre parole, l’indivisibilità nel trasferimento della conoscenza rende difficile utilizzare lo scambio di mercato come per altri beni

RISCHIO E INCERTEZZA

- Investire in conoscenza comporta, in termini economici, «**scelte di ottimizzazione in condizioni di rischio**»
- A differenza di altri investimenti rischiosi, nel caso dell'investimento in conoscenza non è possibile separare la scelta di investimento dalla scelta di sostenere il rischio, ovvero **non esiste la possibilità di assicurare il rischio innovativo**
 - Se il rischio fosse assicurabile, ovvero se esistesse un mercato completo dell'assicurazione, non sussisterebbe un problema di incentivo (Arrow, 1962)
 - Dal momento che i mercati non sono completi (non è possibile stabilire un prezzo=costo marginale per l'assicurazione in questo caso), l'innovatore fronteggia troppo rischio e investe meno di quanto sarebbe socialmente ottimale
- Perché i mercati non sono completi?
 - Costi di transazione: azzardo morale e selezione avversa
 - Incertezza 'radicale' – nel caso dell'innovazione i dati sulla storia passata non aiutano a misurare il rischio

ESTERNALITÀ E PROBLEMI DI COORDINAMENTO

Un altro profilo rilevante per capire l'investimento innovativo riguarda il fatto che le decisioni di innovazione di un'impresa influenzano i profitti e le decisioni di investimento di altre imprese, senza che questi effetti esterni siano presi in considerazione da chi compie l'investimento.

Si determina un **problema di coordinamento**:

Se le innovazioni sono **complementari** è possibile che si abbia **sottoinvestimento**: non si investe in innovazioni che creerebbero valore per entrambi i potenziali innovatori

Se le innovazioni sono **sostitute** è possibile che si verifichi **duplicazione degli investimenti**: ciascun potenziale investitore non prende in considerazione l'effetto del suo investimento sull'altro

IN SINTESI...L'APPROCCIO NEOCLASSICO EVIDENZIA CHE LA PRODUZIONE DI CONOSCENZA È SOGGETTA A TUTTI I FALLIMENTI DI MERCATO

- Mercati non completi
 - Esternalità
 - Beni Pubblici
 - Costi di Transazione/Asimmetrie informative
- Mercati non competitivi
 - Comportamento non-*price-taking*: Monopolio e Oligopolio
 - Rendimenti di scala crescenti

LA RAPPRESENTAZIONE DELLA TECNOLOGIA NELL'APPROCCIO NEOCLASSICO

- La **tecnologia**, nell'approccio neoclassico, è semplicemente la **relazione che esiste fra input e output**
- Viene rappresentata con la **funzione di produzione**, che è una «**black box**», nel senso che non descrive *in che modo* gli input vengono trasformati in output, ma solo quali quantità di input sono necessarie per una certa quantità di output

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

- Le quantità di input utilizzate vengono scelte sulla base dei prezzi relativi degli input – la tecnologia cambia prevalentemente per effetto di **fattori di offerta**
- Tutte le imprese utilizzano la medesima tecnologia (combinazione di input), dettata dai prezzi relativi, perché nel tempo le imprese inefficienti sono spinte dalla concorrenza fuori dal mercato – le **imprese sono omogenee**

LE CARATTERISTICHE ECONOMICHE DELLA TECNOLOGIA/CONOSCENZA NELL'APPROCCIO EVOLUTIVO

- **Tecnologia** come insieme di strumenti umani per il perseguimento di specifici fini
- Diverse tecnologie sono caratterizzate da diverse combinazioni di:
 - **Conoscenze** – con **caratteristiche eterogenee** e provenienti da diverse **fonti**
 - **Procedure** – le «**ricette**» per perseguire specifici fini, spesso nella forma di diverse «**routine**» adottate da imprese diverse
 - **Sistemi di componenti** – il risultato del perseguimento di uno specifico fine, caratterizzato da una **architettura** e da **componenti**

(affronteremo gli aspetti legati alla tecnologia come procedura e come sistema più avanti nel corso)

- L'**incertezza** fronteggiata nell'investimento innovativo è **estrema, non misurabile**, nel senso di Frank Knight

ETEROGENEITÀ DELLA CONOSCENZA

- La conoscenza, nella teoria evolutiva, possiede le caratteristiche individuate da Arrow (1962) - incertezza, indivisibilità e appropriabilità – ma in diversa misura per diverse tecnologie - ha **caratteristiche eterogenee**
 - Anche se **indivisibile**, la conoscenza potrebbe essere **costosa/difficile da acquisire/imitare**
 - In particolare, il trasferimento/l'acquisizione di conoscenze tecnologiche presuppongono sempre il trasferimento di una parte di **conoscenze tacite**, ovvero conoscenze difficilmente codificabili, associate al **know-how** individuale, trasferibile solo in parte e solo nel tempo (**learning**)
 - Le conoscenze che derivano da **diverse fonti** comportano diverse combinazioni di know-how tacito e conoscenze codificate (es. conoscenze scientifiche vs. conoscenze artigiane)
- La **conoscenza** è anche **cumulativa**: esistono delle complementarità nel tempo fra le diverse conoscenze innovative
- Il **problema di incentivo all'investimento innovativo non è sempre rilevante nella stessa misura in diversi contesti tecnologici**

≠ TIPI DI CONOSCENZA



≠ GRADO INCERTEZZA, INDIVISIBILITÀ E APPROPRIABILITÀ

- Altre possibili distinzioni fra forme di conoscenza tecnologica con diversa natura:
 - Tacita vs. codificata/esplicita
 - Generica vs. specifica
 - Semplice vs. complessa
 - Indipendente vs. dipendente
- Esiste una relazione fra caratteristiche della conoscenza e mezzi di trasmissione della conoscenza stessa
 - Es. il trasferimento tecnologico mediante licenze/vendite di brevetti è più efficace per le conoscenze codificate
 - Es. l'interazione sul luogo di lavoro può essere indispensabile per trasferire efficacemente il know-how

CUMULATIVITÀ: LE CONOSCENZE SI ACCUMULANO IN MOLTI MODI

- Il processo di ricerca intenzionale (**learning by searching**) mediante investimenti in R&S non è l'unica modalità di accumulazione delle conoscenze
- Esistono molte forme di creazione di conoscenza diverse dall'attività di R&S formale, altrettanto rilevanti
 - **Learning by doing**
 - ✓ miglioramento di tecnologie e processi nell'ambito della fase di produzione (diffuso soprattutto nei settori che comportano produzioni ripetitive come semiconduttori, aeronautica, chimica)
 - **Learning by using**
 - ✓ acquisizione di conoscenze ed applicazione di miglioramenti tecnologici da parte degli utilizzatori di prodotti e tecnologie (von Hippel – software, kite surfing, farmaceutica)
 - **Learning by interacting**
 - ✓ apprendimento dall'interazione con clienti, fornitori e concorrenti

CUMULATIVITÀ: ESISTE A DIVERSI LIVELLI ED INFLUENZA LA CAPACITÀ INNOVATIVA

- Cognitiva (a livello di individuo)
- A livello di impresa (capacità organizzativa)
- Feedback dal mercato (es. successo dell'innovazione o esternalità di rete)

+ cumulatività → + appropriabilità

IMPLICAZIONI DELLA RAPPRESENTAZIONE DELLA TECNOLOGIA NELL'APPROCCIO EVOLUTIVO

- Non tutte le conoscenze sono caratterizzate da non-escludibilità o non-escludibilità nel medesimo grado - il **problema di appropriabilità non è sempre rilevante**, talvolta gli incentivi sono sufficienti
- Non tutte le combinazioni di input possono essere utilizzate – esistono **traiettorie tecnologiche** che definiscono l'insieme di combinazioni tecnicamente possibili (es. la tecnologia di produzione delle ciambelle richiede di usare uova, farina e zucchero entro certe proporzioni, indipendentemente dai prezzi relativi degli ingredienti)
- Le **imprese** sono **eterogenee** per quanto riguarda l'uso della tecnologia:
 - La tecnologia utilizzata dipende dalla storia passata dell'impresa e del settore (cumulatività), ovvero dalle **core competences** e **capabilities** (insiemi di **routine**), anche se tutte le imprese fronteggiano gli stessi prezzi relativi
 - La concorrenza tende a selezionare le imprese, ma non solo e non sempre le più efficienti – vi può essere **path dependency**

L'INCERTEZZA È PERVASIVA NELL'INNOVAZIONE

- L'**incertezza** fronteggiata nell'investimento innovativo è **estrema**, nel senso di Frank Knight
 - l'investimento innovativo non comporta un insieme di esiti cui è associata una diversa probabilità oggettiva, conosciuta a chi compie l'investimento (rischio \neq incertezza, es. roulette)
 - L'investimento innovativo è incerto nel senso che non è conosciuta neanche la distribuzione di probabilità degli eventi futuri
- Questo dipende dal fatto che **molti aspetti dell'innovazione sono non definibili ex ante**, perché la situazione fronteggiata è in larga misura «unica»:
 - **Fattibilità tecnica**: il nuovo prodotto è tecnicamente producibile su larga scala?
 - **Applicabilità commerciale**: esiste/esisterà una domanda?
 - **Incertezza sui sostituti**: emergeranno rapidamente sostituti?
 - **Incertezza sistemica**: saranno disponibili adeguate innovazioni complementari?

INCERTEZZA E FAMOSI ERRORI DI PREVISIONE...

- Gli avvocati dei laboratori Bell erano contrari a fare domanda di brevetto per il laser perchè questo non aveva applicazioni nella telefonia
- La Western Union non accettò l'offerta di acquistare il brevetto sul telefono del 1876 di Bell
- Il motore a vapore è stato pensato soltanto come mezzo per pompare acqua dalle miniere
- Marconi aveva pensato alla radio come utile soltanto per la comunicazione punto-a-punto
- Nel 1949 il fondatore di IBM pensava che la domanda globale di computer sarebbe stata fra i 10 e i 15 pezzi

IMPLICAZIONI DELL'INCERTEZZA PER IL PROCESSO INNOVATIVO

- Il fatto che l'investimento innovativo non sia solo rischioso, ma anche **incerto**, fa sì che esso non possa essere adeguatamente descritto come un **processo intenzionale**, basato su previsioni, cui sono associati diversi possibili risultati, tutti prevedibili
- In altre parole, nell'approccio evolutivo, non è possibile descrivere le scelte di investimento innovativo come scelte strategiche fra alternative discrete compiute da agenti economici *forward-looking* (usando la teoria dei giochi)
- Il **caso e fattori non prevedibili** giocano un ruolo nel processo innovativo
- La tecnologia **evolve** per effetto di un **processo di selezione ex post** delle sperimentazioni innovative predisposte da diversi agenti economici/impresе sulla base di un processo intenzionale di investimenti e del caso
- Lo sviluppo di innovazioni radicali è stato spesso influenzato dal caso, preservare un'ampia base scientifica può renderlo più probabile



L'innovazione come processo

IN SINTESI, COSA INCIDE SUL PROCESSO INNOVATIVO?

- Come per altri beni economici, fattori di domanda e di offerta
 - Inizialmente l'attenzione degli economisti (neoclassici) è stata rivolta interamente ai fattori di offerta, poi anche attenzione alla domanda
- Tuttavia, la direzione del cambiamento tecnologico segue in larga parte un percorso determinato dalla scienza/tecnologia precedente
- Anche il caso («serendipity») gioca un ruolo

FATTORI DI OFFERTA

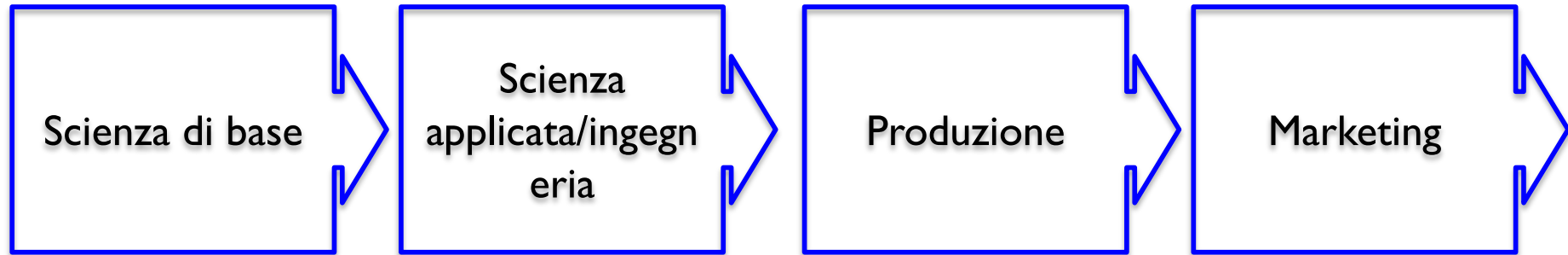
- Costo e disponibilità degli **input dell'innovazione** (soprattutto nella forma di capitale umano e macchinari adeguati)
 - Modifiche nel prezzo relativo dei fattori possono influenzare l'innovazione (es. auto 'ecologiche' e prezzo dei carburanti)
 - Improvvisa carenza di input essenziali può spingere all'adozione di tecnologie (es. adozione di tecnologie che consentivano di risparmiare lavoro in coincidenza degli scioperi del XIX sec. in Inghilterra)
- **Opportunità tecnologiche** (stato delle conoscenze scientifiche e tecnologiche)
 - Alcune invenzioni non si traducono immediatamente in innovazioni perché manca una base scientifica/tecnologica adeguata (es. aeroplano di Leonardo)
- Condizioni di **appropriabilità** (capacità di trarre profitto dall'innovazione)

FATTORI DI DOMANDA

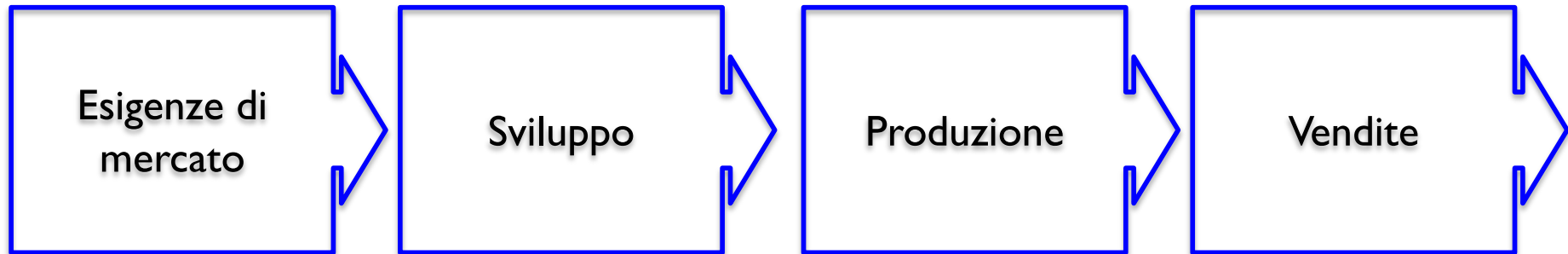
- **Prezzo** (es. riduzione dei prezzi dovuta ad introduzione innovazione di processo)
- **Valore/beneficio attribuito all'innovazione** da consumatori e produttori

QUALE SPINTA PREVALE? OFFERTA O DOMANDA?

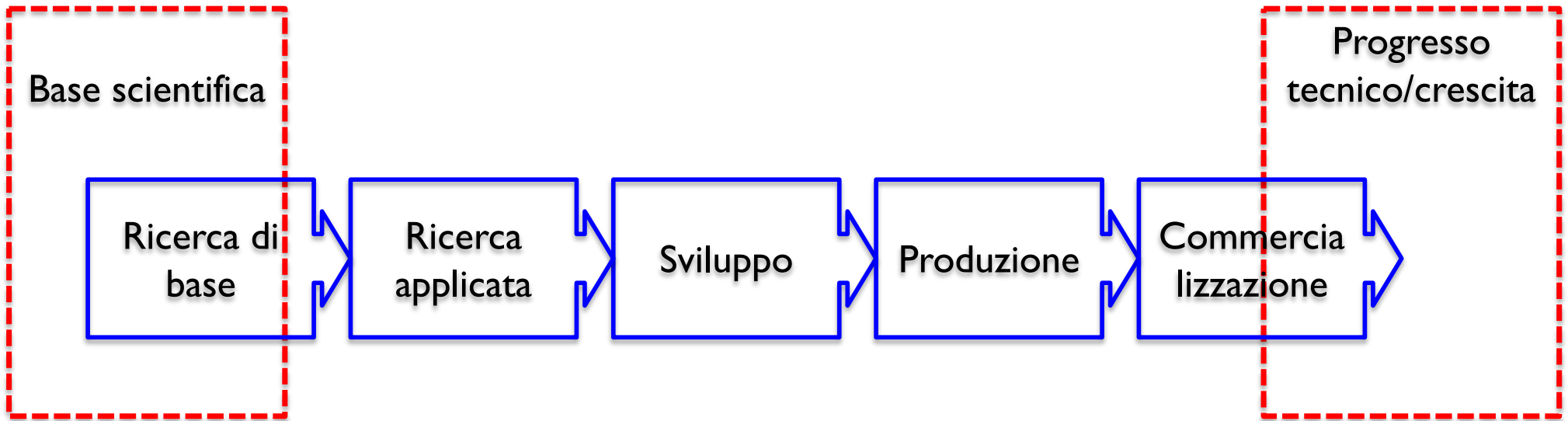
Technology push



Market pull



L'INNOVAZIONE COME PROCESSO: IL MODELLO LINEARE

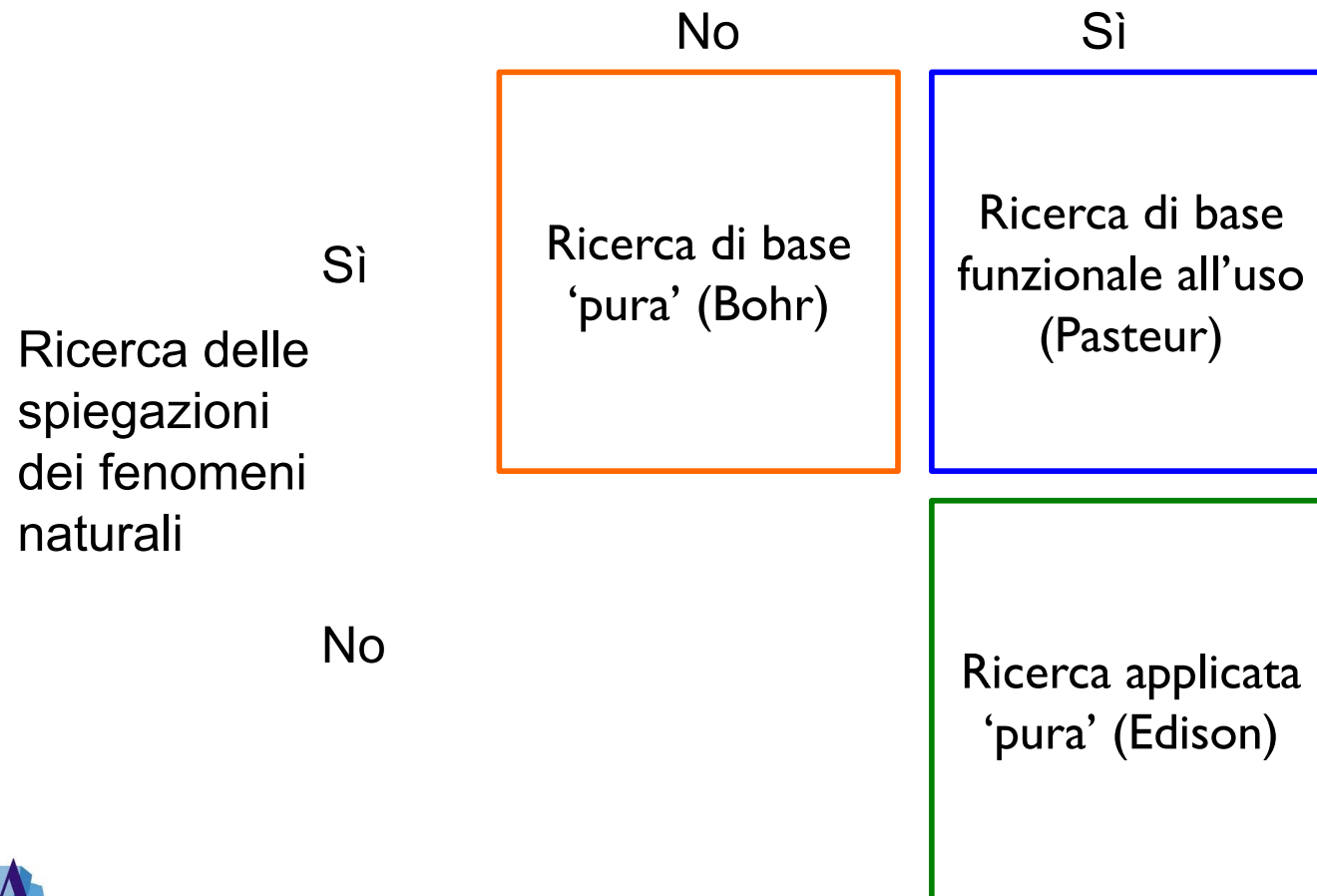


- Il modello lineare del processo innovativo ipotizza:
 - Una sequenza di fasi distinte
 - Un'unica direzione di causalità (dalla ricerca scientifica al progresso tecnico)

LE DIVERSE FASI DEL PROCESSO INNOVATIVO NON SONO NECESSARIAMENTE DISTINTE

- I 'quadranti di Stokes' offrono una visione più sofisticata della relazione fra ricerca di base e ricerca applicata

Attenzione per utilizzo pratico?



LA DIREZIONE DI CAUSALITÀ DEL MODELLO PUÒ ESSERE ROVESCIAATA: TECNOLOGIA → SCIENZA

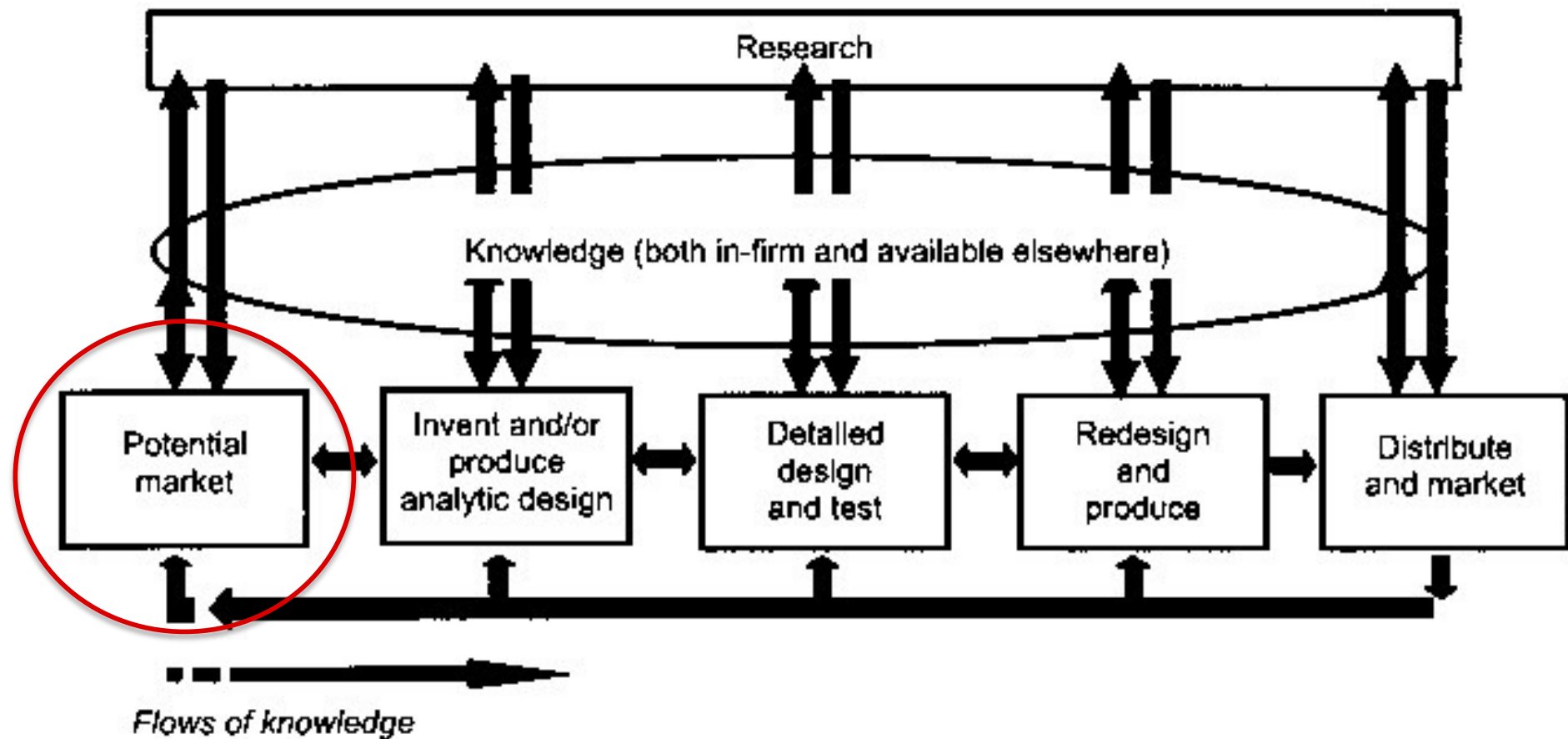
- La ricerca applicata e l'innovazione hanno spesso portato a nuove scoperte scientifiche
 - Sviluppi della strumentazione rendono possibili nuovi approcci di ricerca (es. microscopio elettronico ha reso possibile lo sviluppo della nanotecnologia, che esisteva già dal 1910; Rosenberg, 1982 e 1994)
 - La ricerca di una soluzione a problemi tecnici può portare accidentalmente ad un progresso scientifico (es. motore a vapore e termodinamica)
- Più in generale, in molti campi l'innovazione ha preceduto la piena comprensione dei fenomeni scientifici
 - Pasteur (fermentazione, industria vinicola, 1850s) >> batteriologia
 - Townes/Bell Labs (laser, 1950s) >> sviluppo dell'ottica
 - Shockley (transistor/semiconduttori, 1948) >> fisica dei solidi
- Nathan Rosenberg è stato il pioniere dell'analisi delle relazioni fra scienza e tecnologia ("How exogenous is science", 1981)

LA DIREZIONE DI CAUSALITÀ DEL MODELLO PUÒ ESSERE ROVESCIAATA: USO/DIFFUSIONE → INNOVAZIONE

- L'uso di un prodotto/tecnologia può condurre a miglioramenti che determinano ulteriori innovazioni (*learning by using*)
- Il feedback dagli utilizzatori può essere una importante fonte di innovazione
 - Per prodotti retail, soprattutto quando la differenziazione del prodotto è importante (es. software; kite surfing)
 - Per beni capitali, la cui funzionalità può essere verificata solo da soggetti esperti nell'uso (es. grandi macchinari)
- L'innovazione successiva può essere:
 - Incorporata – porta a modifiche del design del prodotto/processo (es. design degli aerei, ispirato a criteri di prudenza, viene progressivamente modificato con l'uso)
 - Non incorporata – porta a modifiche del modo in cui viene utilizzata l'innovazione che sono esse stesse innovazioni (es. uso di farmaci «off-label», ovvero per indicazioni terapeutiche diverse da quelle originarie)

IL MODELLO A CATENA DI KLINE E ROSENBERG (1986)

Figure 2.2: The chain link model of Innovation



“Had the idea been true that science is the initiating step in innovation, we would never have invented the bicycle” (KR, p.288).

IL MODELLO A CATENA DI KLINE E ROSENBERG EVIDENZIA I PROBLEMI DEL MODELLO LINEARE

- Solo una minoranza di innovazioni può essere ben rappresentata dal modello lineare
 - Non tutte le innovazioni vengono da conoscenze scientifiche
 - Normalmente le innovazioni sono realizzate mettendo insieme le conoscenze esistenti e si ricorre alla ricerca solo se queste non “bastano”
- La tecnologia influenza la scienza in molti modi (v. sopra)
- Le innovazioni sono spesso incrementali
- L'innovazione comporta molti cicli e feedback
- Potenziato da Gibbons (1994): la scienza è un processo sociale cui contribuiscono una molteplicità di attori (istituzioni di ricerca, enti governativi, società private ecc.)