

**Master of Science in Business Administration**

Course:  
**Innovation and Cognitive Economics**

Prof. Riccardo Cappellin

**LECTURE 3**

**TECHNOLOGICAL REGIMES AND SECTORIAL PATTERNS  
OF KNOWLEDGE AND INNOVATION**  
*(REGIMI TECNOLOGICI E PATTERN SETTORIALI DELL'INNOVAZIONE)*

Riccardo Cappellin, Corso di Economia dell'Innovazione, Università di Roma "Tor Vergata".

**DEFINIZIONI INTRODUTTIVE**

Funzione di produzione       $Q = f(K, L, t)$       Ove:  $Q$       output;  $K$       capitale;  $L$       lavoro;  $t$       tecnologia

La tecnologia e' rappresentata dalla funzione di produzione e dagli **isoquant**

La tecnica e' rappresentata dal **raggio** sotteso dal punto di tangenza tra un isoquanto ed un isocosto

E' possibile un **mutamento della tecnica a parità di tecnologia** qualora muti il rapporto ottimale tra i fattori lungo un isoquanto, dato un cambiamento del rapporto tra i prezzi o dell'inclinazione dell'isocosto

Il **progresso tecnologico** e' rappresentato da uno spostamento verso il basso della mappa degli isoquant e quindi dalla possibilità di produrre una quantità maggiore di output a parità degli inputs

E' possibile un **mutamento della tecnologia a parità della tecnica** se il rapporto ottimale tra i fattori produttivi resta costante, dato un rapporto tra i prezzi dei fattori produttivi che resti costante

Il cambiamento tecnologico può essere:

- incorporato in  $K$  o  $L$
- disincorporato, indicato dalla variabile  $t$ , e indipendente dall' investimento in nuovo capitale o lavoro

Il cambiamento tecnologico può essere:

- neutrale se il rapporto  $K/L$  resta costante a parità dei prezzi relativi:  $r/w$
- labor saving se  $K/L$  aumenta
- capital saving se  $K/L$  diminuisce

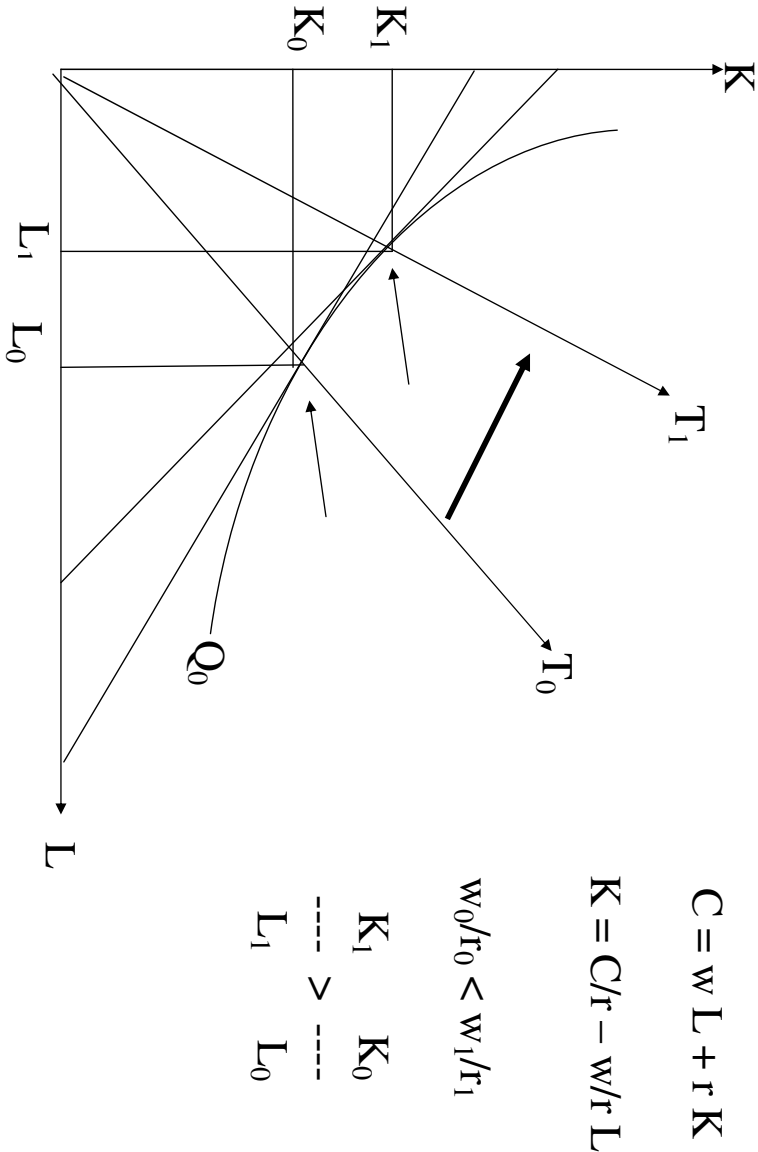


Fig. 1: E' possibile un **mutamento della tecnica a parità di tecnologia** qualora muti il rapporto ottimale tra i fattori, dato un cambiamento nel rapporto tra i prezzi o nell'inclinazione dell'isocosto

### Innovazioni di processo

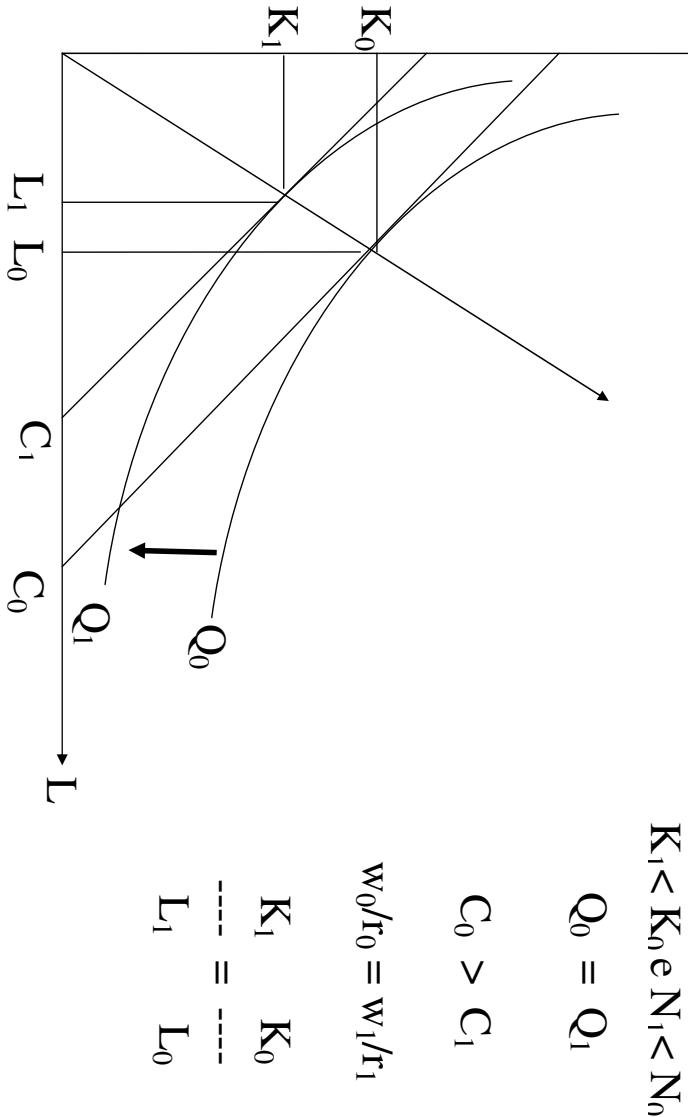


Fig. 2: E' possibile un **mutamento della tecnologia a parità della tecnica** se il rapporto ottimale tra i fattori produttivi resta costante, qualora il rapporto tra i prezzi dei fattori produttivi resti costante

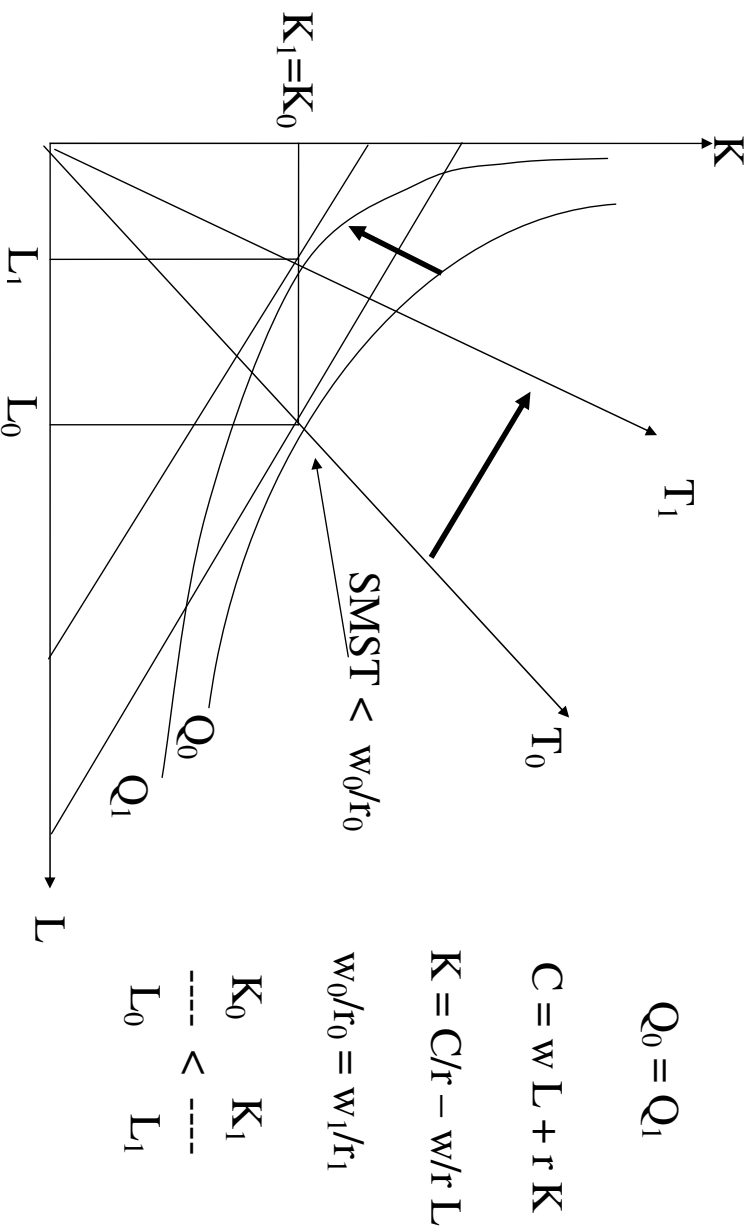


Fig. 3: Il cambiamento tecnologico può essere: a) **neutrale** se il rapporto  $K/L$  resta costante a parità dei prezzi relativi:  $r/w$ ; b) **labor saving** se  $K/L$  aumenta e la produttività marginale relativa del lavoro diminuisce; c) **capital saving** se  $K/L$  diminuisce e la produttività marginale relativa del capitale diminuisce

5

## La differenza tra scienza, tecnologia e tecnica

La **scienza** sviluppa la conoscenza astratta e a-finalizzata.

La **tecnologia** è la finalizzazione del sapere scientifico a fini utili ed obiettivi specifici.

La **tecnica** è la materializzazione della scienza e della tecnologia in progetti, macchine e prodotti.

La scienza è un **bene pubblico** ed è il risultato della attività della comunità scientifica ed è regolata da priorità nelle pubblicazioni scientifiche.

La tecnologia è un **bene privato**, è tutelata dalla segretezza e dai brevetti ed è il risultato dell'attività di tecnologi e imprese motivati dall'obiettivo del profitto e dell'espansione delle quote di mercato.

L'ISTAT (Istituto Centrale di Statistica italiano) definisce la tecnologia come il complesso delle conoscenze, capacità professionali, procedure, competenze, attrezzature e soluzioni tecniche necessarie per la realizzazione di un prodotto o per l'esecuzione di un processo produttivo.

6

## Invenzione e innovazione

L'**invenzione** è una nuova idea, un nuovo sviluppo scientifico o una novità tecnologica che non è stata ancora realizzata tecnicamente e materialmente. La sua origine è spesso casuale o non indotta da motivazioni economiche.

L'**innovazione** è la realizzazione di un'invenzione in un nuovo **prodotto o processo** produttivo finalizzato allo sfruttamento commerciale. L'innovazione è quindi la valorizzazione economica di un'invenzione. Molte innovazioni non derivano direttamente da invenzioni. Molte innovazioni rappresentano la **ricombinazione** intelligente di conoscenze esistenti.

L'invenzione è opera degli **scienziati** o dei tecnici, mentre l'innovazione è opera dell'**imprenditore e dell'impresa**. Tra l'invenzione e l'innovazione spesso decorre un periodo molto lungo misurabile in uno o più decenni. Non tutte le invenzioni si tramutano in innovazioni.

L'innovazione comprende:

- la progettazione (design),
- la realizzazione fisica (manufacturing),
- la commercializzazione (marketing),

Pertanto, il concetto di innovazione è molto ampio e non comprende solo le **innovazioni tecnologiche**, ma anche quelle di tipo **organizzativo, applicativo** e di **domanda/mercato**.

Alla prima innovazione in termini settoriali o geografici segue temporalmente il **processo di diffusione delle innovazioni** o il processo di adozione dell'innovazione da parte delle imprese utilizzatrici o dei consumatori. Questo processo aumenta la rilevanza dell'innovazione nel sistema economico, come indicato dal concetto di design analitico nel "**modello a catena**" del processo innovativo (Kline e Rosenberg 1986).

7

Riccardo Cappellin, Corso di Economia dell'Innovazione, Università di Roma "Tor Vergata".

## Innovazione radicale e innovazione incrementale

Le innovazioni **radicali** rappresentano una rottura con i prodotti o processi esistenti e determinano spesso la nascita di nuove imprese, industrie o segmenti di mercato.

Le innovazioni **incrementali** comportano un miglioramento del processo, prodotto o servizio rispetto ad uno specifico design dominante esistente. Non esiste peraltro una netta distinzione tra questi due concetti di innovazione.

## Innovazioni di prodotto e di processo

Le innovazioni di **processo** consistono nell'introduzione di un nuovo metodo di produzione o in modificazioni dei processi esistenti. Le innovazioni di processo sono rappresentabili graficamente con uno spostamento verso il basso delle curve di isoquanto o verso l'alto della funzione di produzione

Le innovazioni di **prodotto**, come il miglioramento delle caratteristiche qualitative dei prodotti esistenti, sono rappresentabili graficamente con uno spostamento verso l'alto della curva di domanda o del prezzo di riserva.

Le **innovazioni di processo** spesso consistono nell'**utilizzo** di nuovi macchinari che rappresentano delle **innovazioni di prodotto** delle imprese che li producono. Le **innovazioni di prodotto** implicano **normalmente** delle **innovazioni di processo** nelle imprese che producono i nuovi prodotti.

Le **innovazioni di processo** aumentano la produttività del lavoro e **possono ridurre l'occupazione** ed aumentare la competitività di prezzo. Le **innovazioni di prodotto** aumentano le vendite e i profitti e **possono determinare un aumento dell'occupazione**.

8

## Le fonti dell'innovazione: ricerca di base, ricerca applicata e sviluppo

La **ricerca e sviluppo** (R&S) rappresenta un'**attività organizzata e formalizzata** da parte delle imprese e di altre organizzazioni (università, centri di ricerca) finalizzata allo sviluppo delle invenzioni e all'introduzione di innovazioni. La R&S comprende il lavoro creativo condotto su base sistematica per l'aumento del patrimonio di conoscenze scientifiche e tecniche e per l'utilizzo di questo patrimonio di conoscenze nella realizzazione di nuove applicazioni.

La ricerca **di base** è finalizzata all'ampliamento della conoscenza scientifica e non è orientata all'obiettivo di un preciso obiettivo definito a livello di prodotto o processo produttivo.

La ricerca **applicata** utilizza conoscenze scientifiche o genera nuove conoscenze tecnologiche per la creazione di nuovi prodotti o processi produttivi.

Lo **sviluppo** riguarda la fase più a valle della ricerca e consiste nella effettiva realizzazione di un nuovo prodotto o processo.

Gli addetti coinvolti nelle varie fasi della R&S hanno diverse preparazioni e competenze (scienziati, ingegneri, tecnici). Inoltre, queste diverse fasi possono essere svolte da **diversi tipi di organizzazioni** (imprese, università e centri di ricerca).

**I reciproci confini tra le tre fasi sono a volte indistinti** (come indicato dal "modello a catena").

9

## L'innovazione spinta dall'offerta e l'innovazione trainata dalla domanda

Secondo l'approccio del cambiamento tecnologico "**demand pull**" i cambiamenti nella domanda e/o dei bisogni anticipano i cicli dei brevetti, in quanto l'innovazione sarebbe dominata dalla valutazione dei benefici attesi.

Invece, secondo l'approccio "**technology push**" il cambiamento tecnologico è determinato dai ritmi discontinui del progresso scientifico. Il progresso tecnologico sarebbe di tipo autopropulsivo ed esogeno rispetto al mercato.

Di fatto i due approcci sono ambedue rilevanti, anche se in diverse fasi del ciclo di vita delle nuove tecnologie ed industrie.

Nelle **prime fasi del ciclo di vita delle tecnologie** sono rilevanti le innovazioni radicali "technology push", mentre nelle **fasi successive** sono più importanti le innovazioni incrementali "demand pull".

Le innovazioni di base o radicali (*technology push*) emergono in modo discontinuo nel tempo e le innovazioni di miglioramento o incrementali (*demand pull*), che caratterizzano il processo di diffusione, spesso sono anche esse concentrate nel tempo.

Questo fenomeno da luogo a **fluttuazioni di lungo periodo** della economia complessiva: cicli di Kondratiev. Ad esempio, lo sviluppo delle ferrovie, dell'automobile, dell'ICT e internet ha caratterizzato diverse fasi della crescita delle economie nazionali nei due ultimi secoli.

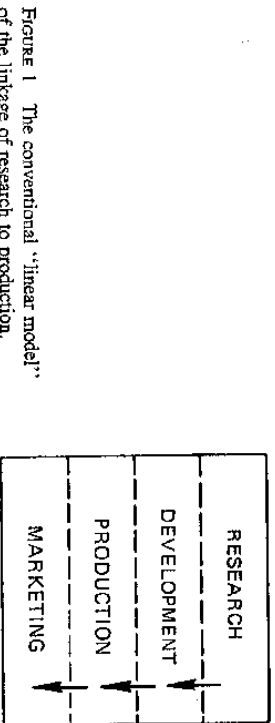


Figure 1 The conventional "linear model" of the linkage of research to production.

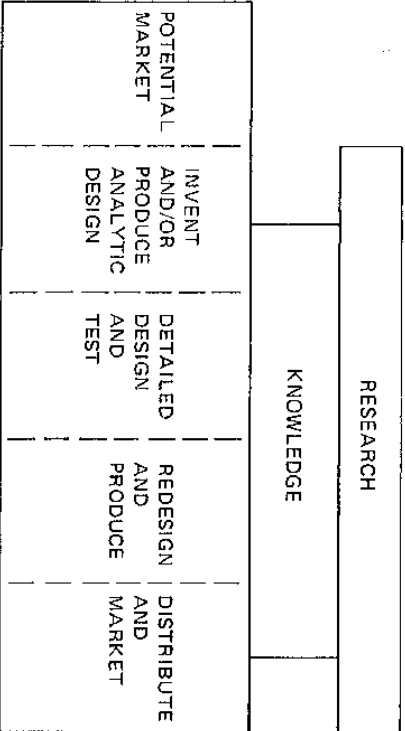


Figure 2 Elements of the "chain-linked model" for the relationships among research, invention, innovation, and production.

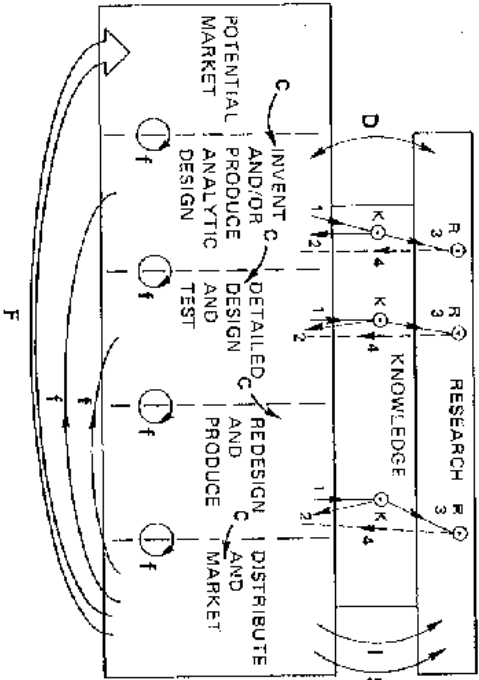


Figure 3 Chain-linked model showing flow paths of information and cooperation. Symbols on arrows: C = central-chain-of-innovation; f = feedback loops; F – particularly important feedback.

- K-R: Links through knowledge to research and return paths. If problem solved at mode K, link 3 to R not activated. Return from research (link 4) is problematic—therefore dashed line.
- D: Direct link to and from research from problems in invention and design.
- I: Support of scientific research by instruments, machines, tools, and procedures of technology.
- S: Support of research in sciences underlying product area to gain information directly and by monitoring outside work. The information obtained may apply anywhere along the chain.

## The Chain-Linked Model

One possible alternative to the linear model, called the “chain-linked model,” is shown in Figures 2 and 3. A more detailed discussion of this model is given by Kline (1985). Figure 2 shows the elements in the chain-linked model. In this model of innovation there is not one major path of activity, but five. Some discussion of each of these paths follows.

**The first path of innovation processes (see Figure 3) is called the central-chain-of-innovation. It is indicated by the arrows labeled “C”** The path begins with a design and continues through development and production to marketing. It is important to note immediately that the second path is **a series of feedback links marked “f” and “F” in Figure 3**. These feedback paths iterate the steps and also connect back directly from perceived market needs and users to potentials for improvement of product and service performance in the next round of design. In this sense **feedback is part of the cooperation between** the product specification, product development, production processes, marketing, and service components of a production line.

**A perceived market need will be filled only if the technical problems can be solved, and a perceived performance gain will be put into use only if there is a realizable market use.** Arguments about the importance of **“market pull” versus “technology push”** are in this sense artificial, since each market need entering the innovation cycle leads in time to a new design, and **every successful new design, in time leads to new market conditions.**

We have already seen that modern innovation is often impossible without the accumulated knowledge of science and that explicit development work often points up the need for research that is, **new science**. Thus **the linkage from science to innovation is not solely or even preponderantly at the beginning of typical innovations, but rather extends all through the process—** science can be visualized as lying alongside development processes, to be used when needed. **This linkage alongside the central-chain-of-innovation, the third path, is shown in Figure 3 by arrow “D” and links “K-R,” and is the reason for the name “chain-linked model”.**

13

Riccardo Cappellin, Corso di Economia dell'Innovazione, Università di Roma "Tor Vergata".

A much clearer view of innovation is obtained when we understand not only that the linkage to science lies alongside development processes, but also that the use of science occurs in two stages corresponding to the two major parts of science delineated in the definition of science given above. When we confront a problem in technical, we call first on known science, stored knowledge, and we do so in serial stages. Only when all stages fail to supply the needed information, as often happens, is a call for the second part of science, research, needed and justified.

In sum, **the use of the accumulated knowledge called modern science is essential to modern innovation; it is a necessary and often crucial part of technical innovation, but it is not usually the initiating step. It is rather employed at all points along the central-chain-of-innovation, as needed. It is only when this knowledge fails, from all known sources, that we resort to the much more costly and time-consuming process of mission-oriented research to salve the problems of a specific development task.**

**It is also important to note that the type of science that is typically needed is different at various stages in the central-chain-of-innovation. The science needed at the first stage (design or invention) is often pure, long-range science that is indistinguishable from pure academic science in the relevant discipline. The research generated in the development stage is more often of a systems nature and concerns analysis of how the components of the system interact and of the “holistic” or system properties that are generated when the components of the product envisaged are hooked together to obtain the complete function needed. For example in a design of a new airplane, steam power plant, or computer, an important consideration will be the stability of the system as a whole when the various new components are put together into a single operating entity - a system. The research that is spawned in the production stage is more often process research: studies of how particular components can be manufactured and how the cost of manufacture can be reduced by improved special machinery or processes or by use of improved or less expensive materials. It is worth noting that, in industries concerned with production of materials for sale to end-producers of goods (for example, steel, rubber, semiconductor silicon), nearly the**

14

only technical innovations that bear on profit are process innovations. We do not ordinarily think of process innovation or of system analyses as science, but in many cases they are as surely research as in the purest of pure science. Moreover, if we are concerned with commercial success, system and process research not only are necessary ingredients but often play a more important role than science in cost reduction and improved system performance. All these matters are explicit in the chain-linked model, but missing from the linear model.

What is the nature of the designs that initiate innovations? Historically, they have been of two types, "invention" and "analytic design." The notion of invention is generally familiar; an invention is a new means for achieving some function not obvious beforehand to someone skilled in the prior art. It therefore marks a significant departure from past practice. Analytic design, on the other hand, is currently a routine practice on the part of engineers but is little understood by the public at large. It consists of analysis of various arrangements of existing components or of modifications of designs already within the state of the art to accomplish new tasks or to accomplish old tasks more effectively or at lower cost. It is thus not invention in the usual sense. However, analytic design is currently a more common initiator of the central-chain-of-innovation than invention. Given the advent of digital computers, much more can be done via analytic design than in the past, and this form of initiation of the technical parts of innovation will likely play an increasing role in the future. Given current computer capabilities and current trends in computer-aided design / computer-aided manufacturing (CAD/CAM), plus increasing capabilities to model physical processes accurately and to locate optima, it is nearly certain that we will see in the coming decades a merging of analytic design and invention that will constitute a more powerful method for initiating technical innovations than anything we have known in the past. This merging will not happen suddenly, and it is hard at this stage to predict how far and how fast it will go. But it has already commenced, and firms that can utilize it effectively may well be able to create competitive advantages.

The discussion thus far has described three of the five paths in the chain linked model of innovation. The remaining two need only brief discussion. First, as already noted, new science does sometimes make possible

15

radical innovations (indicated by arrow "D" in Figure 3). These occurrences are rare, but often mark major changes that create whole new industries, and they should therefore not be left from consideration. Recent examples include semiconductors, lasers, atom bombs, and genetic engineering.

The last path, marked by arrow "I" in Figure 3, is the feedback from innovation, or more precisely from the products of innovations, to science. This pathway has been very important in the past and remains so even today. (For example, see "How Exogenous Is Science?" in Rosenberg (1982), or Price (1984).) Without the microscope, one does not have the work of Pasteur, and without that work there is no modern medicine. Without the telescope, we would not have the work of Galileo, and without that work we would not have modern astronomy and cosmology, nor would space exploration with its various innovations have been possible. It is probable also that without Galileo's work we would not have had what we now call elementary mechanics until a much later date, and perhaps not at all. Hence the many sciences now built on elementary mechanics would also have been at best delayed. The whole course of what we know about physical nature would have developed differently. Nor has this support of science by technological products ended. Current examples include the CAT (computerized axial tomography) scanner and the BEAM (brain electrical activity mapping) electroencephalogram apparatus, which seem likely to open whole new realms of medicine and psychology. The use of the digital computer in the laboratory and in modeling difficult problems, such as turbulence, is opening new vistas in physical science. And these are only a few examples among many.

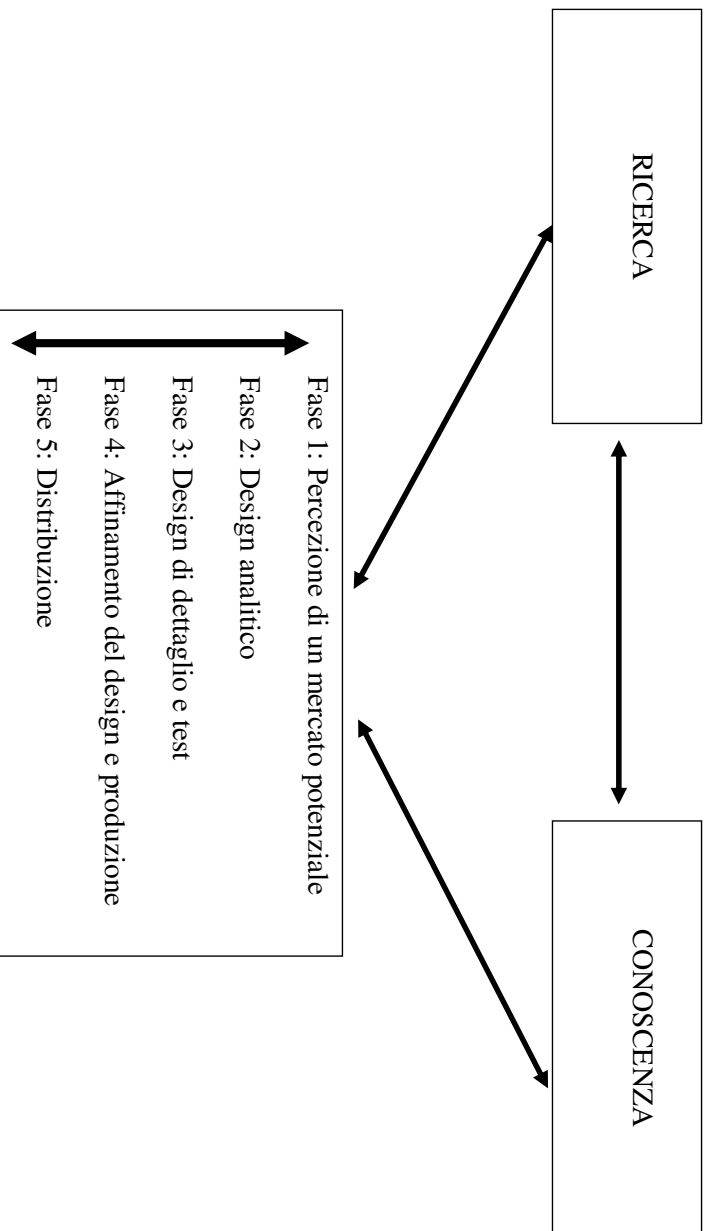
In sum, any view of the technical aspects of innovation that suggests single, central path for innovation, or that science plays the central initiating role, is far too simple and is bound to inhibit and distort our thinking about the nature and use of processes of innovation. The chain-linked model, though a considerable improvement, is only a top-level model and therefore omits many of the details and the rich variety inherent in the totality of innovations processes in current times. The chain-linked model, however, does seem sufficient to help point up a number of conclusions."

16



Secondo il **modello lineare del processo innovativo** le diverse fasi: ricerca di base, ricerca applicata, sviluppo tecnologico, innovazione, diffusione dell'innovazione sono svolte in sequenza secondo una direzione univoca.

Invece, **Kline e Rosenberg** (1986) hanno proposto un modello alternativo di processo innovativo: il **modello a catena**



17

Differenza fondamentale rispetto al modello lineare è il fatto che nel modello a catena **la percezione e l'individuazione del mercato potenziale ha un ruolo essenziale** nella fase iniziale del processo innovativo. In questo modello, c'è una sequenza centrale indicata dalle fasi 1-5.

Esistono inoltre **diversi nessi di feedback** che operano lungo tutta la catena tra queste fasi e che forniscono indicazioni e informazioni dalle fasi più a valle del processo innovativo a quelle più a monte.

Il **design analitico** consiste nell'analisi di nuove combinazioni di conoscenza o di componenti esistenti. Infatti, l'innovazione può non rappresentare una novità in termini assoluti, ma un **intelligente ricombinazione innovativa** dell'esistente. Quest'ultima attività svolge quindi un ruolo che è fondamentalmente diverso dal ruolo della ricerca applicata nel modello lineare.

Peraltro, un **nuovo design analitico può nascere direttamente dagli avanzamenti della conoscenza scientifica e tecnologica** (flusso tra l'attività della Ricerca e le fasi 1-5).

Un adeguato **livello di conoscenza scientifica e tecnologica** è necessario lungo tutta la catena innovativa rappresentata dalle fasi 1-5.

Infine, le **innovazioni in termini di nuovi prodotti** (strumentazione scientifica) possono consentire esse stesse avanzamenti in diversi campi scientifici, come indicato dal flusso dalle fasi 1-5 all'attività della Ricerca.

Infatti, non solo la scienza influisce sull'innovazione, ma le stesse innovazioni possono consentire grandi avanzamenti scientifici. **Tra la scienza e l'innovazione esiste quindi un legame bidirezionale.**

18

## Quattro componenti della innovazione

L'**innovazione industriale** spesso non è risultato di un'attività formale e pianificata di ricerca che mira a nuovi prodotti e processi, ma il **risultato di un'attività informale di ricerca** ("search") o di un processo di lungo termine di apprendimento interattivo tra vari attori tra loro indipendenti che mirano ad **un'integrazione creativa tra quattro componenti**:

- a) la conoscenza di **una o più tecnologie recenti di tipo avanzato** in un settore specifico;
- b) l'uso intelligente di un **sistema di diversi beni strumentali innovativi, software e prodotti/servizi intermedi** sviluppati recentemente in altri settori a scala nazionale e internazionale ("tecnologie complementari"),
- c) l'**individuazione originale di problemi tecnici e bisogni specifici** di utilizzatori potenziali e lo sviluppo graduale di **nuove applicazioni per mercati** locali ancora non sfruttati ("domanda),
- d) un **investimento pubblico continuo nello sviluppo di standard tecnici**, norme sociali e soluzioni organizzative, finanziarie e istituzionali, che possano facilitare l'adozione dell'innovazione considerata ("interventi pubblici").

Lo sviluppo di **innovazioni** e dei processi di apprendimento interattivo nei settori industriali tradizionali ove predominano le **PMI** è caratterizzato da: a) conoscenze tacite, b) processi di ricerca di tipo informale, c) sviluppo delle competenze.

19

## Regimi tecnologici e pattern settoriali dell'innovazione

I regimi tecnologici (regimi di apprendimento) sono la base dei **diversi modi in cui le attività innovative sono organizzate** e delle varie **modalità con cui le industrie evolvono nel tempo**.

Essi si fondano sulle relazioni tra i pattern settoriali delle attività innovative ed i processi microeconomici che li spiegano.

### Schumpeter Mark I e Schumpeter Mark II

Schumpeter propose due pattern dell'attività innovativa.

Nella *Teoria dello sviluppo economico (1912)* Schumpeter esaminò la struttura industriale europea della fine del diciannovesimo secolo, costituita da molte piccole imprese. All'interno di questo contesto (**Schumpeter Mark I**) il pattern dell'attività innovativa è caratterizzato da:

- facilità di **entrata** nell'industria,
- presenza consistente di **nuove imprese**,
- presenza di **imprenditori nuovi** con idee innovative, nuovi prodotti e nuovi processi,
- **distruzione delle "rendite"** associate a precedenti innovazioni.

20

L' "**imprenditore innovativo**" genera "nuove combinazioni" produttive (innovazioni di prodotto essenzialmente) che sostituiscono "vecchie combinazioni" tramite un processo di "**distruzione creatrice**" (processo di competizione dinamica).

Le nuove combinazioni sono normalmente incorporate in **nuove imprese** (di piccole dimensioni).

Le nuove combinazioni sono l'effetto dello sfruttamento dei **progressi della ricerca scientifica** (processo "technology push").

Le nuove combinazioni assicurano alle nuove imprese una **rendita monopolistica temporanea** (cambiamento delle forme di mercato e concorrenza imperfetta).

Il successo dei primi innovatori viene **imitato da altri imprenditori potenziali**, determinando un processo di diffusione che comporta ulteriori miglioramenti delle nuove combinazioni.

Il processo di diffusione determina una **diminuzione della profitabilità attesa** e quest'ultima determinerà il progressivo esaurimento del ciclo di vita delle nuove industrie.

Il secondo modello, definito come **Schumpeter Mark II**, viene illustrato in *Capitalismo, socialismo e democrazia (1942)* ed è ispirato all'industria americana della prima metà del ventesimo secolo. In esso viene evidenziato il **ruolo delle grandi imprese**.

Il pattern delle attività innovative è caratterizzato da:

- la **formalizzazione del processo innovativo** con la creazione di **laboratori di R&S**,
- l'investimento di **grandi risorse finanziarie** in progetti di R&S di **larga scala**,
- l'esistenza di **rilevanti barriere all'entrata**

La tecnologia diventa sempre più integrata nel sistema economico e **incorporata nelle attività endogene di ricerca e sviluppo** svolte dalle grandi imprese (innovazioni demand pull).

L'**investimento in ricerca e sviluppo dipende dai profitti delle imprese**, che sono tanto maggiori quanto più le imprese innovano. Pertanto, tanto più le imprese innovano tanto maggiori diventano le **barriere all'entrata** e quindi godono di una **rendita monopolistica temporanea**.

Il successo delle innovazioni promuove ulteriori investimenti in ricerca e sviluppo, determinando un **ciclo virtuoso di tipo cumulativo** che comporta una **maggiore concentrazione del mercato** (concorrenza imperfetta).

## La relazione tra struttura di mercato / dimensioni di impresa e tasso di innovazione

Diversi studiosi hanno cercato di stimare il peso della dimensione d'impresa e del potere di monopolio sul tasso di innovazione. I risultati non sono stati conclusivi.

### Il confronto tra concorrenza perfetta e imperfetta

- a) I vantaggi della **concorrenza perfetta** (Stuart Mill, Clark):
- maggiore competizione e stimolo all'innovazione,
  - entrata libera di imprese innovatrici,
  - maggiore decentramento decisionale e minori ostacoli all'innovazione.
- b) I vantaggi della **concorrenza imperfetta** (Schumpeter, Galbraith):
- profitti maggiori e maggiori investimenti in R&S,
  - quota di mercato maggiore e minori effetti di spill-over,
  - esistenza di economie di scala nella R&S.

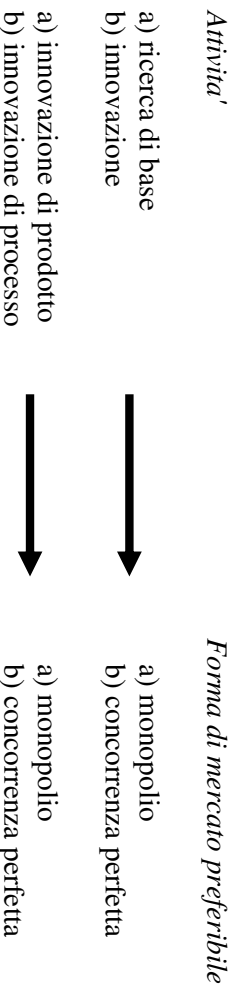
23

I due modelli di Schumpeter possono essere collegati allo specifico stadio del “ciclo di vita di un'industria”.

Secondo la teoria del ciclo di vita dei prodotti, **all'inizio della storia di un'industria**, quando la tecnologia è in continuo cambiamento, l'incertezza è molto elevata e le barriere all'entrata sono basse, **le nuove imprese sono i principali innovatori**.

Invece, **in una fase successiva**, quando l'industria si sviluppa ed i cambiamenti tecnologici seguono traiettorie ben definite, le economie di scala, le curve di apprendimento, le barriere all'entrata e le risorse finanziarie divengono importanti nel processo produttivo e competitivo e **le grandi imprese con potere monopolistico dominano l'attività innovativa**.

### Una possibile sintesi



24

## Le analisi empiriche sui pattern settoriali delle attività innovative

I pattern delle attività innovative possono essere analizzati sulla base dei seguenti **indicatori**:

1. **La concentrazione delle attività innovative**: misurata attraverso un indice di concentrazione dei brevetti
2. **La stabilità della gerarchia degli innovatori**: misurata dal coefficiente di correlazione tra le imprese innovatrici in due diversi periodi
3. **La dimensione delle imprese innovative**: misurata come quota delle grandi imprese (>500 addetti)
4. **L'entrata tecnologica**: misurata dalla rilevanza delle imprese che risultano innovare per la prima volta

Esiste una stretta **correlazione positiva** tra concentrazione, la stabilità nella gerarchia degli innovatori, la dimensione delle imprese innovatrici e una correlazione negativa con l'entrata di nuovi innovatori.

**Schumpeter Mark I** caratterizza i settori "tradizionali" come quelli delle tecnologie meccaniche e della strumentazione. Invece, **Schumpeter Mark II** caratterizza i settori science based come quelli delle le tecnologie farmaceutiche e elettroniche.

**Schumpeter Mark I** è caratterizzato da **bassa concentrazione**, da **instabilità nell'ordinamento** degli innovatori, da **alta entrata** di nuove imprese e da **piccole dimensioni**. Invece, **Schumpeter Mark II** è caratterizzato da alta concentrazione nell'attività innovativa, alta stabilità nella gerarchia degli innovatori, bassa entrata di innovatori e grande dimensione delle imprese innovatrici.

Questi **pattern settoriali delle attività innovative sono molto simili** nei diversi paesi europei. D'altro lato, la **diversa specializzazione settoriale** rispettiva spiega anche le diversità tra i diversi paesi nei singoli indicatori.

25

## Regimi tecnologici

Malerba e Orsenigo propongono di collegare i pattern settoriali osservati delle attività innovative alla natura del *regime tecnologico* considerato. Il **regime tecnologico** è una **combinazione particolare di alcune fondamentali proprietà delle tecnologie**:

1. condizioni di **opportunità**,
2. condizioni di **appropriabilità**,
3. condizioni di **cumulatività** dell'avanzamento tecnologico,
4. caratteristiche della **conoscenza di base**.

**1. Le condizioni di opportunità** riflettono la facilità di innovare per ogni dato ammontare di risorse investite nella ricerca e dipendono dalle seguenti quattro dimensioni di base:

- **livello**: alte opportunità forniscono forti incentivi ad intraprendere attività innovative e viceversa
- **varietà**: in alcuni casi (stadio pre-paradigmatico delle tecnologie) un alto livello di opportunità è associato ad un'ampia **varietà di soluzioni tecnologiche**, dato che non è stato ancora definito un *design* dominante, come nei primi stadi di vita di un'industria. Invece nella fase paradigmatica emerge un *design* dominante e il cambiamento tecnologico procede lungo specifiche traiettorie e questo riduce la varietà delle soluzioni tecnologiche,
- **pervasività**: le nuove conoscenze possono essere **applicate a molti prodotti e molti mercati**,
- **fonti**: le fonti delle opportunità tecnologiche in alcune industrie sono collegate ad importanti **scoperte scientifiche** a livello universitario, mentre in altri settori possono derivare dalla **R&S**, da miglioramenti nelle **attrezzature e strumentazione** e da **processi di apprendimento interni** all'impresa

Indicatori statistici: intensità di R&S a livello di settore, rilevanza di fornitori, utilizzatori come fonti di innovazione, rilevanza attribuita alla scienza come fonte di innovazione.

26

**2. Le condizioni di appropriabilità** si riferiscono alla possibilità di proteggere le innovazioni dall'imitazione e alla capacità di estrarre profitti dalle attività innovative. Si possono distinguere:

- **livello di appropriabilità**, è alto se è possibile proteggere con successo l'innovazione dall'imitazione,
- **mezzi di appropriabilità**, tra di essi sono i brevetti, la segretezza, le continue innovazioni e il controllo delle risorse complementari. Questi mezzi hanno diversa efficacia nelle diverse industrie.

Indicatori statistici: rilevanza attribuita dalle imprese ai brevetti e alla segretezza per evitare l'imitazione

**3. Le condizioni di cumulatività** si riferiscono al fatto che l'attività innovativa di oggi favorisce lo sviluppo delle innovazioni di domani e che le imprese innovano lungo specifiche traiettorie. Il grado di cumulabilità (Pavitt 1987) e' definito dalla probabilità che chi ha innovato al tempo (t) innovi anche al tempo (t+1). Infatti le innovazioni nuove dipendono strettamente da quelle precedenti e il progresso tecnologico procede in modo incrementale e continuativo sulla base della conoscenza disponibile.

Si possono distinguere quattro diversi tipi di cumulatività:

- **a livello tecnologico**: se la cumulatività si riferisce alla natura intrinsecamente cumulativa dei **processi di apprendimento** dal punto di vista strettamente cognitivo,
- **a livello di impresa**: se la continuità dell'attività innovativa dipende dalle **competenze interne** alle specifiche imprese, dalle strutture organizzative, dalle loro dimensioni, dalla presenza di **economie di scala e di indivisibilità nelle attività di R&S**,
- **a livello settoriale**: se la cumulatività è favorita dalle basse condizioni di appropriabilità e dalla **facile diffusione dell'innovazione tra le imprese dello stesso settore**,
- **a livello locale**: se la cumulatività è connessa alla dotazione di competenze tecnologiche e alle capacità innovative delle imprese concentrate in una data area geografica, per l'esistenza di basse condizioni di appropriabilità e **forti esternalità di conoscenze spazialmente localizzate**.

27

Un indicatore statistico della cumulatività è quanto la frequenza dei miglioramenti tecnologici è importante nella popolazione delle imprese per rendere le innovazioni difficili da imitare.

Pertanto **la cumulabilità**:

1) deriva dalla **natura intrinsecamente cumulativa dei processi cognitivi**. infatti, le imprese che sono sulla "frontiera tecnologica" vedono accrescere la loro capacità di introdurre ulteriori innovazioni e la loro capacità concorrenziale nei confronti delle imprese che sono indietro (follower) nella gara innovativa e possono quindi giocare d'anticipo. L'innovazione dipende dallo stock delle conoscenze accumulate, piuttosto che dal livello del flusso di R&S. Il progresso tecnologico ha carattere sequenziale.

2) e' influenzata dall'**organizzazione a livello dell'impresa** dei processi di apprendimento. Infatti possono esistere economie di scala nella ricerca.

3) e' influenzata da **meccanismi di mercato**, dato che i profitti ottenuti in passato dalle innovazioni influiscono sull'intensità delle attività di R&S svolte dalle imprese

28

**4. Le conoscenze di base rilevanti nelle attività innovative** delle imprese hanno **diverse caratteristiche** che si riferiscono alle seguenti proprietà delle conoscenze di base:

- **natura della conoscenza**, che a sua volta può essere distinta in:
  - *generica o specifica*, rispetto a specifici domini di applicazione;
  - *tacita o codificata*;
  - *complessa o semplice*: in termini di integrazione di diverse discipline scientifiche, tecnologie e competenze necessarie;
  - *indipendente o integrata*: con riferimento alla sua appartenenza a un sistema più ampio o all'essere facilmente identificabile e isolabile.

- **mezzi di trasmissione della conoscenza**: le caratteristiche suindicate della conoscenza condizionano il suo accesso tramite comunicazioni "faccia a faccia", la mobilità all'interno di gruppi di persone, i mezzi formali di comunicazione, come le pubblicazioni e i brevetti, l'utilizzo delle moderne tecnologie della informazione e comunicazione (Internet).

**Altre classificazioni della conoscenza sviluppate in studi recenti:**

- a) **analitica** (science based), **sintetica** (engineering based), **simbolica** (basata sulla creatività artistica), **organizzativa** (basata su management e procedure istituzionali);
- b) **specializzata** (monodisciplinare) o **combinativa** (interdisciplinare);
- c) **paradigmatica** (teorica) o **prescrittiva** (applicativa);
- d) **generale** (diffusa) o **localizzata** (concentrata).

*Nota: in generale il primo tipo si applica a Schumpeter Mark I e gli altri a Schumpeter Mark II*

**A) Connessioni tra gli aspetti tipici dei regimi tecnologici e lo specifico pattern Schumpeteriano di attività innovativa.**

	Caratteristiche dei regimi tecnologici			
	1. opportunità	2. appropriabilità	3. cumulatività	4. conoscenza
<i>Schumpeter Mark I</i>	alta	bassa	bassa	analitica
<i>Schumpeter Mark II</i>	bassa	alta	alta	sintetica-simbolica

I pattern di tipo **Schumpeter Mark I** sono caratterizzati da condizioni alta opportunità ma di bassa appropriabilità, bassa cumulatività a livello di impresa, che rendono più frequente l'imitazione e l'entrata di nuove imprese.

I pattern di tipo **Schumpeter Mark II** sono caratterizzati da condizioni di alta appropriabilità e cumulatività a livello di impresa.

**B) Connessioni tra le caratteristiche dei regimi tecnologici e i pattern settoriali delle attività innovative**

	Caratteristiche dei regimi tecnologici		
	1. opportunità	2. appropriabilità	3. cumulatività
	<i>alta (Mark I)</i>		
<b>Pattern settoriali delle attività innovative</b>			
1. livelli di concentrazione	bassi	alti	alti
2. stabilità delle gerarchie	bassa	alta	alta
3. turbolenza in entrata/uscita	alta	bassa	bassa

## Gli strumenti dell'appropriabilità

Le imprese devono adottare strategie per proteggere i frutti della propria innovazione. Per appropriabilità si intende la capacità dell'impresa di sfruttare i benefici derivanti dall'innovazione bloccando l'imitazione da parte dei concorrenti.

### 1. Brevetto

L'istituzione di un brevetto può essere intesa come un contratto tra lo stato ed un privato che crea una condizione di monopolio legale temporaneo a favore dell'innovatore. L'innovatore è costretto a descrivere analiticamente e a svelare le caratteristiche dell'innovazione. I concorrenti possono cercare di aggirare un brevetto in due modi: l'imitazione vera e propria o l'introduzione di novità che rappresentino miglioramenti incrementali dell'innovazione stessa.

### 2. Segretezza

E' spesso utilizzata quando le invenzioni non hanno la caratteristica della novità o possono essere difficilmente protette con un brevetto per la facilità dell'*inventing around* (aggiramento del brevetto). I concorrenti possono cercare di aggirare la segretezza con il *reverse engineering*, scoperte indipendenti o rivelazioni accidentali.

### 3. Vantaggio temporale

Indica la capacità della impresa di arrivare sul mercato prima dei propri concorrenti (*time to market*). L'impresa riesce a consolidare la propria posizione mediante la discesa lungo la curva di esperienza (curva di apprendimento).

### 4. Vantaggio in termini di competenze

Rende difficile e costosa l'imitazione da parte dei concorrenti che devono sviluppare internamente o acquisire all'esterno tali competenze da loro non possedute.

31

Riccardo Cappellin, Corso di Economia dell'Innovazione, Università di Roma "Tor Vergata".

### 5. Innovazione continua

Le imprese possono mantenere una "rendita" monopolista se sfruttano sistematicamente il loro essere sulla frontiera tecnologica per introdurre continuamente nuove innovazioni di tipo incrementale.

### 6. Servizi post-vendita e asset complementari

L'impresa riesce a fornire all'utilizzatore risorse complementari e servizi che le imprese concorrenti difficilmente sono in grado di fornire. Caso speciale è quello della disponibilità di capacità di distribuzione e di marketing tramite una rete di commercializzazione propria e ampiamente diffusa o di risorse finanziarie elevate per lo sviluppo di servizi di sviluppo di software applicativo, di assistenza, di formazione ai clienti.

Gli strumenti di appropriabilità utilizzati da un'impresa rappresentano sotto altro aspetto un indicatore dei vantaggi competitivi che caratterizzano la stessa impresa. Infatti, il vantaggio competitivo di un'impresa rispetto alle concorrenti può essere connesso con il monopolio di un dato brevetto, la padronanza di una tecnologia tenuta segreta, il *lead time* o vantaggio temporale connesso alla lunghezza dei tempi di apprendimento dei concorrenti, la padronanza di competenze complementari interne, la continua innovazione o un più veloce processo innovativo, la solidità dei servizi post vendita e della rete di distribuzione.

32



### **Metodi per ottenere le invenzioni dalle imprese concorrenti o per trasferire le conoscenze**

Questi metodi sono utilizzati dalle imprese concorrenti per superare il loro ritardo innovativo o in altro contesto possono essere utilizzati dalle imprese innovatrici per trasferire ad altre imprese le conoscenze tecnologiche in caso di alleanze o acquisizioni.

- 1. Licenze di tecnologia:** La concessione della licenza avviene in cambio di un compenso monetario. Analogo è il caso del *franchising*.
- 2. Rivelazione da brevetto:** Le imprese concorrenti possono analizzare le domande di brevetto, nelle quali le imprese innovatrici hanno dovuto descrivere la loro innovazione, e cercare di sviluppare un'innovazione leggermente differente da quella brevettata (*inventing around*), in modo da distinguerla e non subire denunce legali.
- 3. Pubblicazioni e incontri “tecnici”:** Le imprese concorrenti possono partecipare a meeting, fiere specializzate su argomenti di interesse o l'analisi delle pubblicazioni delle imprese innovatrici
- 4. Conversazioni informali:** Spesso molte informazioni vengono carpite tramite conversazioni informali tra gli addetti delle diverse imprese che appartengono alla stessa comunità professionale. Questa modalità è più frequente a scala locale in quanto facilitata dalla contiguità geografica o dalla concentrazione delle imprese in “distretti industriali”.
- 5. Assunzioni di lavoratori:** Le innovazioni sono spesso incorporate nel personale tecnico specializzato che può essere sottratto alle imprese concorrenti
- 6. Reverse engineering e ricerca indipendente:** La ricerca indipendente migliora il livello delle conoscenze e consente di comprendere meglio e più prontamente gli sviluppi tecnologici delle imprese concorrenti

33

### **Flussi tecnologici e tassonomia di Pavitt**

Pavitt costruisce una tassonomia dei settori produttori e utilizzatori di tecnologia. Egli mette in relazione i **flussi di tecnologia** con altre variabili, come: 1) le **fonti di innovazione** (ricerca interna, ricerca esterna come fornitori e istituzioni scientifiche; fonti formali e informali, come apprendimento per esperienza, ecc.), 2) le condizioni di approprii abilità, 3) la **dimensione di impresa**, 4) il **settore di attività** dell'impresa innovatrice e le **traiettorie tecnologiche**. Pavitt ha individuato **4 macrocategorie** che raggruppano le innovazione e i prodotti ad esse collegati.

#### **1. Settori dominati dai fornitori**

**Settori tipici** sono quelli del tessile, stampa, calzatura, alimentari e settori non manifatturieri come agricoltura, edilizia e servizi.

La maggior parte del cambiamento tecnologico proviene dai **fornitori di materiali e di componentistica**. Le imprese contribuiscono in minima parte allo sviluppo della loro tecnologia di prodotto e processo. **I processi di learning by doing e by using** sono le modalità principali di apprendimento. Peraltro **un contributo importante all'innovazione può venire dal contatto con i clienti** e da ricerche finanziate dal governo e dall'uso di servizi di progettazione esterni. **Obiettivo principale dell'innovazione è la riduzione dei costi**.

*NOTA: in questi settori nell'esperienza italiana il fattore chiave è la capacità di soddisfare le esigenze del cliente, che è spesso il driver della innovazione e la fonte delle conoscenze tecnologiche.*

**La dimensione delle imprese è medio-piccola.**

**Esistono basse barriere all'entrata.** Vi è scarsa appropriabilità dei risultati della ricerca.

34

## 2. Settori ad alta intensità di scala

**Settori caratteristici** sono quelli della siderurgia, auto e dei beni di consumo durevoli.

**La fonte dell'innovazione** è sia **esterna** (interazione con i fornitori di componenti e di macchinari per la progettazione degli stessi) che **interna** (attività di R&S, attività di progettazione di prodotti e di processi e apprendimento per esperienza).

**La dimensione delle imprese** è **medio-grande**. Le imprese tendono all'integrazione verticale.

**Le barriere all'entrata** sono **elevate**.

**Obiettivo principale dell'innovazione** è la **riduzione dei costi** e la **modificazione dei processi e dei prodotti**.

**L'appropriabilità** è **media** e i mezzi di protezione sono sia i brevetti che la segretezza.

## 3. Fornitori specializzati

**Settori caratteristici** sono la meccanica strumentale e la produzione di macchinari. **Obiettivo dell'innovazione** è il **miglioramento della performance, l'affidabilità e la customizzazione dei prodotti**.

**Le fonti di informazioni** sono sia **interne** (apprendimento per esperienza e attività informali) che **esterne** (principalmente interazione tra produttore e utilizzatore). **Le imprese sono di piccole dimensioni e specializzate**. Il **grado di appropriabilità** è **elevato**, perché molte delle conoscenze chiave sono tacite. Esistono **barriere all'entrata di medio livello**.

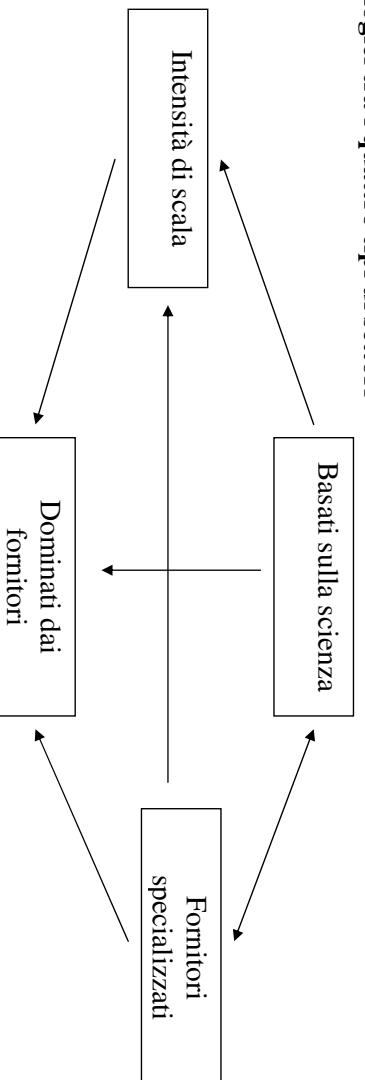
35

## 4. Settori basati sulla scienza

**Settori caratteristici** sono quelli dell'industria elettronica e della farmaceutica. **La fonte di innovazione principale** è l'**attività di R&S svolta all'interno** e il rapporto di collaborazione con università e centri di ricerca.

**Il grado di appropriabilità** è **elevato**, grazie a brevetti, segretezza, tempi di vantaggio e innovazione continua. **Le imprese sono sia grandi e diversificate che piccole e medie**. **Le barriere all'entrata sono elevate** grazie alle economie di apprendimento e i vantaggi dovuti alle conoscenze detenute. Nuove imprese specializzate possono entrare in nicchie e segmenti specifici.

### I flussi tecnologici tra i quattro tipi di settori



I settori "basati sulla scienza" e "fornitori specializzati" sono tra loro collegati mentre sono generatori netti di tecnologia per gli altri settori. Il settore "dominati dai fornitori" è quello più dipendente dagli altri tre settori.

36

## Testi

Malerba, F. (2001), a cura di, Economia dell'Innovazione. Roma: Carocci Editore. Cap. 1, pp. 34-42. Cap. 8, pp. 231-253.

Klein, S. and N. Rosenberg (1986), An overview of innovation, in "The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth, pp. 289-294 [http://www.flacco.edu.mx/openseminar/downloads/innovation\\_overview.pdf](http://www.flacco.edu.mx/openseminar/downloads/innovation_overview.pdf)

### **Temi chiave della lezione 1: "Regimi tecnologici e pattern settoriali di innovazione"**

1. tecnologia e tecnica
2. progresso neutrale e labor saving
3. natura di bene pubblico e/o di bene privato della conoscenza
4. invenzione e innovazione
5. innovazioni di prodotto e processo
6. ricerca di base, ricerca applicata e sviluppo
7. innovazioni spinte dall'offerta o trainate dalla domanda
8. modello lineare
9. modello a catena
10. relazioni tra conoscenza e innovazione
11. le componenti non tecnologiche del processo di innovazione
12. il ruolo della conoscenza nel processo di innovazione, dei fattori oggettivi di offerta e di domanda e delle capacità soggettive
13. quattro componenti dell'innovazione: tecnologie avanzate, tecnologie complementari, domanda, interventi pubblici
14. Schumpeter Mark I e Mark II
15. il confronto tra concorrenza perfetta e monopolio
16. ciclo di vita della industria e i due modelli di Schumpeter
17. indicatori statistici dei pattern settoriali delle attività innovative: livelli di concentrazione, stabilità delle gerarchie, dimensione, entrata di nuove imprese
18. i regimi tecnologici e le condizioni di opportunità, appropriabilità, cumulatività e caratteristiche delle conoscenze di base
19. l'interpretazione dei modelli di Schumpeter in base agli indicatori dei pattern settoriali delle attività innovative
20. gli strumenti dell'appropriabilità
21. la tassonomia di Pavitt