

Schede utilizzate per l'intervento a voce

Il futuro tecnologico: conoscenze ed incognite.

Seminario Docenti Scuola Secondaria Superiore, Camera Commercio, Milano, 7 Aprile 1987

Tav.1

IL FUTURO TECNOLOGICO:
conoscenze ed incognite

- 1) Atteggiamento verso il futuro
 - 2) Due paradigmi culturali per il futuro
 - 3) La dinamica del sistema tecnico
 - 4) La transizione del sistema tecnico
 - 5) Le sfide della transizione
 - 6) Il caso della ricerca industriale
 - 7) Una metafora per la dinamica dell'innovazione tecnologica
 - 8) Ricerca di base, ricerca applicata, sviluppo
 - 9) Le onde tecnologiche
 - 10) La pianificazione del progresso tecnico
 - 11) Osservazioni conclusive
-

Tav. 2

DUE PARADIGMI CULTURALI

- Paradigma scienze naturali
 - linearità causa-effetto
 - determinismo (stato iniziale)
 - reversibilità microscopica
 - irreversibilità macro (statistica)

APPROCCIO RIDUZIONISTA

Si può conoscere il passato di un sistema complesso con una analisi dall'alto verso il basso.

Il suo futuro può essere predetto con una sintesi dal basso verso l'alto.

- Paradigma arti e scienze sociali
 - una melodia non si riduce all'analisi delle componenti
 - piccole variazioni possono produrre grandi effetti

APPROCCIO OLISTICO

Il comportamento di un sistema è una caratteristica irriducibile della sua globalità

L'analisi dall'alto verso il basso serve solo ad avere qualche comprensione del sistema.

Tav. 3

QUALE PARADIGMA PER STUDIARE SISTEMI COMPLESSI?

- Sembra esistere una soglia di complessità.
Al di sopra di essa, l'approccio riduzionista serve a poco.
- Tuttavia, la potenza dell'analisi riduzionista si può applicare a seconda delle condizioni dinamiche del sistema:
 - quando il sistema é stabile (con una struttura stabile),
lontano da catastrofe (cambio di struttura)

MA

Possiamo rilevare, osservando il sistema se sia o meno lontano da catastrofe?

- Se il sistema è troppo complesso per essere ridotto ai suoi componenti, può il suo comportamento globale seguire schemi che ci aiutino a predire il futuro?

Tav.4

UNO SCHEMA CICLICO PER LA DINAMICA DI SISTEMI APERTI

- Un periodo di stabilità con evoluzione predicibile che sfrutta le potenzialità del sistema
- Seguito da un periodo di transizione con larghe fluttuazioni
- Si passa poi attraverso una catastrofe dove cambia la struttura del sistema
- Segue un nuovo periodo di stabilità con evoluzione predicibile con la nuova struttura del sistema

* Anche il paradigma culturale con cui si studia il sistema deve essere ciclico

□ Approccio riduzionista



Approccio olista



Approccio riduzionista

Tav. 5

I SEGNALI DALLO STATO DI TRANSIZIONE

- A) aumenta la difficoltà a far fronte ai cambiamenti ambientali
 - B) si satura la potenzialità di crescita del sistema / **complessificazione** / ridotta efficienza
 - C) le retroazioni positive di fluttuazioni producono cambiamenti irreversibili
-

Tav. 6

IL SISTEMA TECNICO (ST)

Un sistema aperto complesso

- ST = l'insieme delle tecniche, delle filiere, dei prodotti, del loro uso
 - La storia del ST ha mostrato che esso segue lo schema dinamico tipico di sistemi complessi aperti:
 - vi sono periodi della storia caratterizzati da un dato ST seguiti da periodi di transizione
 - verso un nuovo ST
 - Quanti ST nella storia?
 - ca. 10, di cui 5 negli ultimi 200 anni
 - Il ST lontano dalla transizione non è statico
M A
 - i cambiamenti innovativi devono essere compatibili con la struttura del ST
 - innovazioni radicali possono venire bloccate
-

Tav. 7

LA SFIDA TECNOLOGICA ODIERNA

- La storia è contrappuntata da:
 - periodi di stabilità
 - periodi di transizione del **sistema tecnico**
 - Viviamo periodo di transizione
 - verso nuovo sistema tecnico
 - Peculiarità della transizione:
 - si intravedono le nuove soluzioni tecnologiche,
 - alcuni settori per primi sperimentano le nuove tecnologie,
 - si sviluppano settori nuovi,
MA
 - vi sono settori più **resistenti** al cambiamento:
 - = tuttavia anche per loro vi è il richiamo delle nuove tecnologie,
 - = ma la visione tecnologica è confusa,
 - = può essere negativo anticipare le nuove tecnologie
-

LA TRANSIZIONE TECNOLOGICA

- Come la si osserva:
 - turbolenza e incertezza tecnologica (se il **sistema tecnico** è stabile il processo innovativo è centrato su diffusione di tecnologie note),
 - vi sono cambiamenti profondi nella **base tecnologica** (tecnologie comuni a tutti i settori)
 - si sviluppano interi settori nuovi di prodotti prima non esistenti
 - appaiono tecnologie del tutto nuove.
 - In effetti la base **tecnologica sta cambiando. E' il caso del:**
 - materiali,
 - tecnologie di lavorazione,
 - intero processo produttivo,
 - tecnologie di informazione,
 - Nuovi prodotti si sviluppano nel terziario.
 - La **ingegneria genetica** è una tecnologia del tutto nuova.
-

Tav. 9

LA NUOVA BASE TECNOLOGICA
il caso dei MATERIALI

- Vi è molteplicità crescente di materiali concorrenti
 - Es. : aerospaziale:
 - competono tra loro
 - compositi (vetro/ carbone/ kevlar)
 - Al/ Ti/ acciaio
 - I non metalli sono passati dal 5% ('68) al 3.0% ('80), ma i metalli evolvono:
 - nuove leghe leggere (Al/ Li),
 - compositi a matrice metallica.
 - Es. : autoveicoli
 - Cresce diversità, con varietà interna
 - forgiati di acciaio (indurimento per precipitazione/ colata continua/ metallurgia polveri/pressatura isostatica)
 - lamiere di acciaio (microlegati/ a fase duale/ prerivestiti)
 - ghisa (nodulare /policast/ bainitica)
 - leghe leggere (Al / Mg)
 - ceramici (nitruri/ carburi/ sol.sol.)
 - polimerici (plastiche/ resine/ compositi)
 - Il nuovo sistema tecnico sarà quindi caratterizzato da:
 - ***una varietà elevata di materiali vecchi (ma rinnovati) e nuovi.***
-

LA NUOVA BASE TECNOLOGICA
i Processi Di Formatura

- Nuovi materiali e nuove prestazioni richiedono processi di formatura nuovi.
 - Es. : microingegneria
 - elevata precisione (2 μ testa videocassetta)
 - ha richiesto
 - metodi formatura nuovi (es., laser);
 - ridisegno macchine utensili (cuscinetti fluidi)
 - controllo in linea delle tolleranze
 - Es.: componenti veicoli
 - nuovi componenti (es. sensori) si disegnano solo con nuove tecnologie
 - nuove caratteristiche materiali (es., acciai alto C) chiedono cambiamento processi (es., imbutitura a tiepido)
 - Es: macchine da scrivere
 - L'eliminazione dei metalli ha modificato profondamente i processi.
 - Il nuovo **sistema tecnico** sarà quindi caratterizzato da:
 - **integrazione nel disegno del prodotto di nuovi metodi formatura.**
-

LA NUOVA BASE TECNOLOGICA:
Il Sistema Di Produzione

- I robots:
 - cresce la loro diffusione:
 - dall'auto (50% mercato) agli altri settori (mercato cresce 25% annuo)
 - es. di settori nuovi di applicazione: mattatoi/edilizia/agricoltura
 - aumentano le applicazioni grazie alle innovazioni (adattabilità, visione):
 - saldatura (a punto/ad arco)
 - incollaggio
 - servitore di macchine
 - movimento materiali
 - verniciatura
 - ispezione
 - assemblaggio.
 - I sistemi flessibili di lavorazione (FMS):
 - automazione della gestione,
 - nuove strategie di prodotto (flessibilità nei modelli),
 - automazione controllo qualità.
 - Il nuovo **sistema tecnico** sarà caratterizzato dalla flessibilità:
 - **flessibilità macchine operatrici (robot)**
 - **flessibilità intero sistema (FMS)**
-

Tav. 12

LA NUOVA BASE TECNOLOGICA: invasione dell'INFORMATICA

- La Tecnologia dell'Informazione (TI) ha impatto a tutti i livelli:
 - o globale (es. risorse terrestri)
 - o società (es. educazione)
 - o industria (prodotti/processi)
 - La TI permette:
 - o più alto livello di astrazione (modelli)
 - o progetti più ambiziosi (progettazione scientifica)
 - o sistemi più efficienti (ottimizzazione e controllo)
 - o funzioni più automatizzate
 - Tuttavia per sfruttare le potenzialità della TI occorre comprendere bene:
 - o quali sono i **componenti** TI (microelettronica/ sist. comunicaz./ software/ interfacce/ sistemi esperti/ standards)
 - o quale è la stato attuale? (mancano standards e ingegneria del software)
 - Il nuovo sistema tecnico avrà:
 - o una estesa diffusione TI nei prodotti /processi / gestione
 - o preceduta da profondi cambiamenti nella cultura tecnica e management
-

Tav. 13

RIVOLUZIONE TECNOLOGICA od EVOLUZIONE?

- In molti settori è difficile vedere chiaramente il nuovo sistema **tecnico**
 - o ***l'innovazione è orientata sulla produttività (processo)***
 - o lo scenario della nuova **base tecnologica** si presenta pieno di contraddizioni.
 - Es.: scenario materiali
 - o quale futuro per i compositi?
 - Es.: scenario nuove tecnologie formatura
 - o costo/ efficienza laser ed estensione delle applicazioni?
 - Es: scenario flessibilità produzione
 - o estensione robots all'assemblaggio? Investimenti accettabili?
 - Es: scenario della TI
 - o è veramente pensabile automatizzare flusso di informazioni in fabbrica?
 - o aggiunte di gadgets o modifiche funzionali nei prodotti?
-

Tav. 14

LE SFIDE TECNOLOGICHE ODIERNE

- Saper **gestire la transizione** dal vecchio al nuova sistema tecnica nei prodotti esistenti
 - Saper **concepire prodotti nuovi** utilizzando le nuove tecnologie
 - Dare una **base scientifica** alle attività industriali più empiriche
-

Tav. 15

R&S - SOTTOSISTEMA del ST

- Innovazione Tecnologica: fattore determinante del cambiamento ST
- R&S: fattore determinante dell'innovazione tecnologica
- **R&S** è un sistema aperto con dinamica interrelata al ST

IL CASO DELIA R&S INDUSTRIALE

- Il ruolo della R&S cambia con stato ST, quindi anche atteggiamento manager R&S.
 - A) se ST è lontano da transizione
 - Il ruolo principale R&S è spingere diffusione innovazione nei prodotti/processi attuali dell'azienda
 - B) se ST è in transizione
 - R&S deve intervenire direttamente nella concezione di nuovi prodotti/processi, coerenti con prevista nuova struttura ST
 - In corrispondenza, le tendenze della tecnologia sono:
 - A) ben note (tecnica Forecasting)
 - B) incerte (tecnica Scenario)
 - e l'atteggiamento del manager R&S? :
 - analitico / riduzionista
 - sintetico / olista
-

Tav. 16

LA METAFORA DELL'EVOLUZIONE BIOLOGICA
per IL PROCESSO DI INNOVAZIONE

- Metafora basata su teoria evoluzione biologica
 - Ingredienti di base della metafora per l'innovazione:
 - meccanismo caso/necessità
 - modi di speciazione
 - isolamento popolazione/ trapianto di femmina gravida/ ibridazione
 - paradigma cambiamento ciclico
 - definizione direzione del cambiamento verso:
 - progresso: crescente complessità governata da una più alta intelligenza (capacità gestire informazione)
 - ma, con vincoli imposti dal passato (architettura di base)
 - Sistema di sistemi = complessità irriducibile indipendentemente da quanto il sistema venga disaggregato
(olone: il sistema è una parte ed è un tutto)
-

Tav. 17

PROCESSO INNOVATIVO
una CATENA di OLONI dalla RICERCA alla PRODUZIONE

- La dinamica del sistema fa emergere via via oloni separati: ricerca di base, ricerca applicata, sviluppo
 - La metafora si applica separatamente ad ogni olone distinto e prevede:
 - un processo di **generazione** idee/invenzioni
 - una **memoria** che mantiene le invenzioni non utilizzate
 - un processo di **selezione** che accetta solo le invenzioni adatte
-

APPLICAZIONE DELLA METAFORA BIOLOGICA
ai CAMBIAMENTI INNOVATIVI A LUNGO TERMINE

- Onde lunghe economiche (Kondratiev):
dinamica tipica sistemi aperti?
 - Perché cicli (ipercicli) micro / macro?
 - interazione tra schemi dinamici dei sottosistemi (aperti) del sistema socio-economico
 - Quante onde tecnologiche negli ultimi 200 anni?
 - 5 onde (Kondratiev/Schumpeter)
 - 2 onde (Giarini, Loubergé)
 - XVIII sec.: onda tecnologia empirica
 - XIX sec.: onda scienza / tecnologia
 - Applicando Metafora a Giarini:
 - XVIII sec.: rivoluzione industriale basata su conoscenze empiriche
 - sottosistemi interessati: S+I
 - invenzione/ immagazzinamento/ selezione di innovazioni in S+I
 - XIX sec. : sottosistema R fa partire un ciclo
 - basato su scienza (invenz. / immagaz. / selez.)
 - che interagisce con sottosistema S per creare nuove industrie a base scientifica (chim., elet.) (speciazione per ibridazione)
 - data la base scientifica:
 - progresso tecnico può essere predetto
 - ma emergono già segni di saturazione sfruttamento potenzialità conoscenze scientifiche
-

NUOVI MODI DI CAMBIAMENTO INNOVATIVO A LUNGO TERMINE

- Oggi, terza onda tecnologica? interazione sottosistema scienza con R&S di industria a base empirica
 - o incontro delle frontiere del sapere scientifico ed empirico
 - o utilizzazione conoscenze del serbatoio R inviate alla selezione del sottosistema S+I
 - Peculiarità XX sec. : lancio di grandi progetti ricerca applicata (nucleare, spazio)
 - o un nuovo punto di partenza nel processo innovativo? Interazione conoscenze scientifiche (sottosistema R) con RA
 - i grandi progetti di RA aprono serbatoi sottosistema R (es., fissione) (disponibilità risorse per grandi progetti RA = speciazione da femmina gravida in nuovo ambiente)
 - si svilupperanno nuove industrie"?
 - energia nucleare /spazio/ telecom.
 - petrolio dal mare profondo
 - metalli dai noduli?
-

APPLICAZIONE METAFORA BIOLOGICA
Tempestività Innovazione Industriale

- ❖ Importanza separazione sottosistemi R-RA-S-I
 - ciascuno ha scala tempi diversi.
Es., innovazione prodotto di massa: passa quando è tempo di rinnovare gli impianti produzione
 - ciclo per auto: 5 anni restyling/ 10 anni nuova auto/
20 anni nuovo motore
 - ❖ "Orologi innovativi" diversi tra aziende
 - perché allora l'intero settore mostra dinamica globale tipica sistemi aperti? (Abernathy)
 - l'approccio riduzionista non lo spiega
 - vi sono effetti di ritorno sistemici (approccio olistico)
 - ❖ Va considerata l'esistenza di "orologi sistemici" esterni quando si sviluppa strategia azienda
 - es. l'auto è in fase "matura" o sta "ringiovanendo"?
 - ❖ La crisi economica generale è un orologio sistemico (accorda orologi singole aziende)
 - ogni azienda per restare sul mercato cerca soluzioni innovative rischiose ma compatibili con investimenti (apre serbatoi da R+S a I)
 - quando riparte l'onda, le nuove tecnologie apprese nella crisi sono alla base nuovo ciclo investimenti
-

STRATEGIA. PER IL MONDO DEI PROI)OTTI

- ❖ Teoria evoluzione naturale (caso/necessità) non prevede finalità.
Tuttavia evoluzione naturale sembra seguire finalità di progresso
(+complessità +intelligenza)
 - ❖ Il caso dei prodotti dell'uomo. Es. :
 - vaso di argilla/ di vetro/ di plastica
 ▼ ▼ ▼
 complessità crescente fabbricazione
 M A
 - semplificazione uso conoscenze (impacchettamento conoscenze)
 - ❖ Ricetta per direzione di cambiamento dei prodotti
 - ricercare complessità crescente purché vi sia corrispondente capacità di gestirla (trattamento info.). Es. :
 - auto interagisce con controllo traffico
 - mix crescente di materiali (dall'acciaio ai compositi) governato da uso computer in progettazione
 - nuove infrastrutture servizi (es., telecom.) con prodotti di interconnessione semplici da usare
-