

[Paolo Garbolino](#)

*Come il XX secolo ha pensato la scienza e la tecnica*

- **Scienza e tecnologia: la visione “classica” (1945-1970)**
- **La crisi della visione “classica” della scienza e della tecnologia (post-1970)**
- **La nuova visione della tecnologia**
- **L’economia della scienza e della tecnologia**
- **La politica della scienza e della tecnologia**

## 1 **Scienza e tecnologia: la visione “classica” (1945-1970)**

- **Scienza: teorie scientifiche come reti concettuali**
- **Tecnologia: scienza applicata alla costruzione di artefatti o gli artefatti stessi**

Progresso scientifico → progresso tecnologico → progresso economico → progresso sociale

- **La politica della scienza e della tecnologia: il modello “lineare”**
  - a) lo sviluppo della ricerca scientifica di base è condizione necessaria e sufficiente per la innovazione tecnologica;
  - b) lo stato deve finanziare la ricerca di base;
  - c) il trasferimento di conoscenze dalla ricerca di base alla ricerca applicata è automatico.

V. Bush, *Science the Endless Frontier*, 1945

▪ **I postulati della visione ricevuta:**

- a) ogni problema autentico ha una sola soluzione corretta (gli pseudo-problemi non hanno soluzione);
- b) esiste un metodo (il metodo scientifico) che permette di trovare le soluzioni corrette;
- c) tutte le soluzioni corrette devono essere fra loro compatibili (l'unità dell'immagine scientifica del mondo)

▪ **Il metodo scientifico:**

logica + esperienza + virtù cognitive (semplicità, potere predittivo = potere esplicativo)

▪ **I tre postulati della tecnocrazia:**

- a) se un problema non ha una soluzione tecnica non è un problema;
- b) la capacità di provvedere soluzioni tecniche ha raggiunto un alto livello di perfezione;
- c) le soluzioni possibili sono offerte da esperti certificati (governi, imprese).

## 2 La crisi della visione “classica” della scienza e della tecnologia (post-1970)

- **logica + esperienza + virtù cognitive ≠ scelta fra teorie**
  - **La sottodeterminazione empirica delle teorie**  
Quine, *From a Logical Point of View*, 1953
  - **la carica teorica delle osservazioni**  
N. Hanson, *Patterns of Discovery*, 1958
  - **I paradigmi e i programmi di ricerca**  
T. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, 1962-1970, trad. it. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi 1978;  
I. Lakatos, “Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes”, in *Criticism and the Growth of Knowledge*, 1970, trad. it. “La falsificazione e la metodologia dei programmi di ricerca scientifici”, in *Critica e crescita della conoscenza*, Feltrinelli 1976
  - **La crisi sociale della scienza:**  
Charles Snow: *Le due culture* (1959);  
Rachel Carson, *The Silent Spring* (1962);  
Derek de Solla Price: *Little Science, Big Science* (1963); *Science for the People*.



▪ **Il relativismo forte:**

i giudizi epistemici non sono solamente convenzionali ma sono arbitrari e non si danno teorie sostenute da ragioni migliori ma solo teorie “politicamente” vincenti.

▪ **La sociologia della scienza (costruttivismo sociale):**

- a) I fatti sperimentali sono suscettibili di più di una interpretazione;
- b) meccanismi sociali e istituzionali all’interno delle comunità scientifiche permettono di chiudere le controversie scientifiche promuovendo il consenso su quella che è la “verità”;
- c) questi meccanismi di chiusura sono in relazione con l’ambiente socioculturale e politico in senso più ampio.

B. Barnes, *Scientific Knowledge and Sociological Theory*, 1972

D. Bloor, *Knowledge and Social Imagery*, 1976-1991;

H. Collins, T. Pinch, *The Golem: What Everyone Should Know About Science*, 1993

▪ **La semiotica della scienza (la teoria della rete di attori)**

- a) i fatti sperimentali devono essere studiati come “testi” o “iscrizioni”;
- b) il contesto che conta è il contesto microsociale del laboratorio;
- c) gli attori umani e non umani vanno trattati nello stesso modo: scienziati, oggetti fisici e apparati tecnologici costituiscono una rete di “attanti”.
- d) gli sviluppi scientifici e tecnologici sono analizzati in termini di lotta e “contrattazione” fra i diversi attori.

K. Knorr-Cetina, *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*, 1981;

B. Latour, S. Woolgar, *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*, 1979-1986;

B. Latour, *Science in Action: How to follow scientists and engineers through society*, 1987

▪ **Il relativismo debole:**

i giudizi epistemici (vero-falso, corretto-non corretto) sono convenzionali e relativi a contesti culturali dati, ma all'interno di questi contesti si possono dare buone ragioni per preferire una teoria a un'altra.

▪ **L'empirismo costruttivo:**

- a) l'attività scientifica è un'attività di costruzione di modelli che sono empiricamente adeguati, ovvero la scienza arriva a "verità" circa ciò che è "osservabile" ed è agnostica rispetto a ciò che non è "osservabile";
- b) l'attività sperimentale è la continuazione della costruzione di teorie con altri mezzi;
- c) "sopravvivono" le teorie che di fatto colgono le effettive regolarità che si danno in natura;
- d) non possiamo tornare a precedenti immagini del mondo perché un gran numero di risultati sperimentali non sono compatibili con quelle immagini.

B. van Fraassen, *The Scientific Image*, 1980, trad. it. *L'immagine scientifica*, Clueb 1985

▪ **Il realismo sperimentale:**

- a) la scienza non consiste solo di conoscenza teorica ma anche di conoscenza pratica;
- b) le teorie sono fatte di ipotesi, modelli, "iscrizioni", algoritmi, ma anche di apparecchi, strumenti, oggetti;
- c) le tradizioni tecniche e la strumentazione disponibile sono fattori che compensano la sottodeterminazione epistemica;
- d) la ragione per credere nell'esistenza di entità "non osservabili" è la nostra abilità nel manipolarli negli esperimenti scientifici.

I. Hacking, *Representing and Intervening*, 1983, trad. it. *Conoscere e sperimentare*, Laterza 1987

▪ **Il cognitivismo o realismo naturalistico**

- a) l'attività scientifica va studiata come attività cognitiva e va studiata nel quadro delle scienze cognitive;
- b) le teorie scientifiche sono reti di rappresentazioni mentali che comprendono non solo modelli formali ma modelli mentali diagrammi, mappe e altre immagini visive;
- c) la scelta fra teorie avviene in base a procedure cognitive individuali che possono differire completamente dai metodi logici e in base all'interazione sociale,
- d) una teoria accettata è ritenuta in grado di rappresentare aspetti del mondo.

R. Giere, *Explaining Science. A Cognitive Approach*, 1988, trad. it. *Spiegare la scienza*, Il Mulino 1996

▪ **L'empirismo contestuale**

- a) la ricerca scientifica è un insieme di pratiche sociali che possiedono una obiettività costruita collettivamente.
- b) punti di vista, valori, pregiudizi (“valori contestuali”) non possono essere eliminati dalla scienza ma l'obiettività scientifica non è data da regole logiche e virtù cognitive, ma da un'organizzazione sociale che permette punti di vista diversi e incoraggia un “transformative criticism” che abbia il potere di cambiare i “valori contestuali”
- c) la “verità” è un consenso razionale.

H. Longino, *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*, 1990

▪ **Il pluralismo ontologico**

- a) la scienza moderna ha sostituito i processi naturali con artefatti
- b) la sperimentazione scientifica mostra non come la Natura è, ma come risponde ai nostri interventi: l'immagine scientifica del mondo è un artefatto costruito in collaborazione con un Essere che si può presentare in molti modi diversi;
- c) contro il relativismo forte: non tutti i modi intervenire sulla "realtà" hanno successo;
- d) le culture dialogano fra loro e possono cambiare: tutte le culture sono potenzialmente qualsiasi altra cultura

P. Feyerabend, *Conquest of Abundance*, 1999, trad. it. *La conquista dell'abbondanza*, Cortina 2002

### 3 La nuova visione della tecnologia

- **La tradizione europea** (sociologia della scienza e della tecnologia; teoria della rete di attori):

Fattori sociali → Scienza e tecnologia

- **La sociologia della tecnologia (costruttivismo sociale):**
  - a) impossibilità di distinguere fra scienza e tecnologia e crescente importanza dei fattori tecnologici;
  - b) tecnologia come processo sociale e non scienza applicata: rifiuto del determinismo tecnologico;
  - c) lo sviluppo tecnologico è un processo di variazione e selezione e si studiano i fattori che spiegano perché una delle varianti tecnologiche possibili è quella che si afferma.

W. Bijker, T. Hughes, T. Pinch (a cura di), *The Social Construction of Technological Systems*, 1989

▪ **La semiotica della “tecnoscienza” (la teoria della rete di attori)**

- a) la scienza e la tecnologia si fondono nella “tecnoscienza”, una rete di “attanti”;
- b) le decisioni su ricerca e sviluppo riflettono le relazioni di potere all’interno della rete che comprende scienziati, oggetti, ingegneri, direttori della ricerca, del prodotto, delle vendite, dirigenti d’impresa ;
- c) come risultato delle decisioni si creano delle “nicchie” che includono, oltre ai problemi e alle tecniche di risoluzione ammissibili, anche le possibili applicazioni tecnologiche, la percezione dei mercati potenziali, le strategie imprenditoriali
- d) l’ambiente esterno della “nicchia” è dato dai regolamenti amministrativi, dalla domanda del mercato, dalle strategie dell’offerta;
- d) rifiuto sia del determinismo tecnologico che del determinismo economicista: i vincoli economici sono percepiti e assunti dagli attori ma sono negoziati.

W. Bijker, T. Hughes, T. Pinch (a cura di), *The Social Construction of Technological Systems*, 1989; P. Vergragt, “The social shaping of industrial innovations”, *Social Studies of Science*, 18, 1988, 484-513

- **La tradizione americana** (storia della cultura tecnologica, filosofia della tecnologia, economia e politica della scienza e della tecnologia):

Scienza e tecnologia → Conseguenze sociali

- **La storia dei sistemi sociotecnici:**

- a) interazione fra fattori sociali (culturali, politici, economici e organizzativi) e fattori tecnologici;
- b) gli interessi degli attori sociali configurano le tecnologie ma queste a loro volta ridefiniscono le relazioni sociali.

T. Hughes, *Networks of Power: Electrification in Western Society 1880-1930*, 1983; T. Hughes, *Human-Built World. How to Think about Technology and Culture*, 2004; trad. it. *Il mondo a misura d'uomo*, Codice 2006

## **4 L'economia della scienza e della tecnologia**

- **La teoria neoclassica dello sviluppo tecnologico:**
  - a) la tecnologia è un bene economico esogeno al processo economico e le imprese sono i consumatori;
  - b) dato un certo insieme di tecnologie, gli imprenditori scelgono il mix di lavoro manuale e tecnologia che massimizza i benefici

▪ **La teoria evoluzionista dello sviluppo tecnologico:**

- a) la dinamica dei processi economici si alimenta con l'emergere di innovazioni nei prodotti, nei processi di produzione e nelle forme di organizzazione;
- b) la ricerca e lo sviluppo delle innovazioni sono un processo endogeno spinto dagli agenti economici;
- c) gli aggregati macroeconomici devono essere compresi come proprietà emergenti delle microattività sopradette.
- d) nello sviluppo tecnologico si alternano periodi relativamente brevi di diversificazione tecnologica, in cui nascono nuovi "paradigmi tecnologici", con periodi più lunghi di uniformità, le "traiettorie tecnologiche".

R. Nelson, S. Winter, *An evolutionary Theory of Economic Change*, 1982;

G. Dosi, "Technological Paradigms and Technological Trajectories", *Research Policy*, 11, 1982, 147-162);

N. Clark, C. Juma, *Long Run Economics: An Evolutionary Approach to Economic Growth*, 1987;

R. Coombs, P. Saviotti, V. Walsh, *Economics and Technological Change*, 1987;

G. Dosi et al., *Technical Change and Economic Theory*, 1988;

G. Dosi, "Perspectives on evolutionary theory", *Science and Public Policy*, 18, 1991, 353-361;

- **I paradigmi tecnologici**

- a) definiscono i bisogni che devono essere soddisfatti, i principi scientifici e le tecnologie che devono essere utilizzate;
- b) si caratterizzano per un insieme di “esemplari” (una automobile, un circuito integrato, ecc. con le sue particolari proprietà tecnoeconomiche) e un insieme di principi euristici (dove possiamo andare? Cosa possiamo cercare? Che tipo di conoscenza può essere utile?);
- c) le conoscenze tecniche che si accumulano nei periodi di diversificazione permettono sentieri differenti di sviluppo; la scelta di un paradigma tecnologico definisce un sentiero e non si può spiegare con criteri economici di mercato, ma con fattori politico-sociali-istituzionali che indirizzano le diverse economie regionali o nazionali su differenti “traiettorie tecnologiche”.

- **Le traiettorie tecnologiche:**

- a) sono un periodo di scelta fra le possibilità date all’interno di un certo paradigma tecnologico;
- b) i cambiamenti sono gradualmente (microinnovazioni) e si possono analizzare con criteri di mercato, tenendo in conto che la massimizzazione del profitto non è l’unico fattore di impulso al cambiamento;
- c) le imprese seguono certi procedimenti routinari di ricerca e sviluppo e i più flessibili e adattivi sopravvivono;
- d) non necessariamente le microinnovazioni sono il risultato deliberato di ricerca e sviluppo, ma possono essere migliorie introdotte individualmente dagli addetti alla produzione o dai consumatori (“apprendere usando”).

- **L'economia della rete**

- Il modello a invarianza di scala

è applicabile a contesti differenti: il WWB, il sistema dei trasporti, la net economy, la cellula

a) pochi nodi con moltissimi links (gli *Hubs*), molti nodi con pochi links;

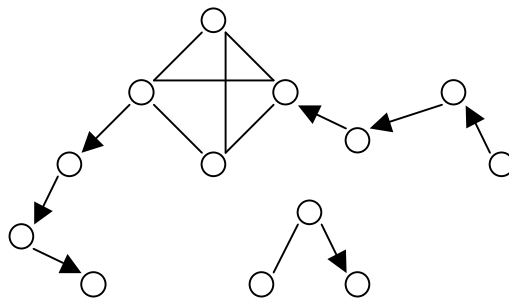
b) la dinamica con la quale si creano gli *Hubs*: la probabilità per ogni nodo di ricevere nuovi links è funzione della sua età e del suo *appeal*;

Il WWB è direzionale (divisione della rete in 'continenti').

a) continenti: nodi con links in entrata e in uscita;

b) penisole: nodi raggiungibili dai clusters ma dai quali non si può accedere ai clusters e nodi dai quali si può accedere ai clusters ma non raggiungibili dai clusters;

c) isole.



A. L. Barabási, *Link* (2001), trad. it. *Link. La nuova scienza delle reti*, Einaudi 2004

## 5 La politica della scienza e della tecnologia

- **Tre “paradigmi” si sono susseguiti dopo la Seconda Guerra Mondiale**

B. Ruivo, “‘Phases’ or ‘Paradigms’ of Science Policy?”, *Science and Public Policy*, 21, 1994, 157-164

- **La scienza come motore del progresso.**

a) il modello “lineare”: l’innovazione tecnologica è conseguenza dello *science push*;

b) non c’è bisogno di istituzioni *ad hoc*: autonomia della comunità scientifica

- **La scienza come risolutore di problemi**

a) enfasi sulla scienza applicata: l’innovazione tecnologica è conseguenza del *demand pull*;

b) la politica ha l’obiettivo di stabilire priorità legate alla crescita economica e alla competitività e di creare legami fra il sistema della ricerca e le imprese.

- **La scienza come risorsa strategica**

a) l’innovazione tecnologica è il risultato dell’interazione fra diversi attori sociali e istituzionali;

b) la politica ha l’obiettivo di rispondere a necessità di lungo periodo e domande sociali, non strettamente economiche, creando istituzioni in grado di mediare fra i diversi attori

- **Immagini della tecnologia**
  
- **La tecnologia come scienza applicata o insieme di artefatti:**
  - a) la tecnologia è conoscenza pratica che deriva dalla conoscenza teorica;
  - b) le teorie possono produrre tecnologia ma, in principio, non hanno nulla a che vedere con la tecnologia: le teorie precedono le tecnologie: non può esistere tecnologia senza teoria ma le teorie non hanno bisogno della tecnologia.
  - c) la tecnologia è “neutrale”: gli artefatti possono essere usati bene o male;
  - d) la tecnologia è indipendente dai sistemi politici e sociali, può essere trasferita da un paese ad un altro e i suoi effetti restano basicamente gli stessi;
  - e) effetti negativi possono essere corretti con artefatti più sofisticati;
  - f) sono gli “esperti” che decidono quale sia la soluzione “corretta”, basandosi su un giudizio “obiettivo”;
  - g) la scienza e la tecnologia si sviluppano secondo una loro logica interna dell’”efficacia”: tecno-ottimisti e tecno-catastrofici.
  
- **La tecnologia come processo:**
  - a) fattori tecnici (conoscenze, abilità, artefatti);
  - b) fattori organizzativi (attività industriali, professionali, utenti e consumatori)
  - c) fattori culturali (obiettivi, valori, codici etici e di comportamento);
  - d) i tre fattori interagiscono casualmente;
  - e) L’”interferenza esterna” non è un ostacolo allo sviluppo tecnologico ma una condizione necessaria della sua fattibilità.

A. Pacey, *The Culture of Technology*, 1986

- **Sistemi ecotecnologici**

Le tecnologie, in quanto forme di organizzazione sociale che comportano tipicamente l'uso di artefatti e modi di gestione delle risorse si integrano in sociosistemi più ampi che possono presentare analogie con gli ecosistemi. I sociosistemi integrano ambienti naturali e ambienti artificiali: I sistemi ecotecnologici.

(T. Hughes, *Il mondo a misura d'uomo*)

## **Determinismo tecnologico o “sonnambulismo tecnologico”?**

“Cosa dovrebbe esser fatto, naturalmente, non indica ciò che dovrebbe esser fatto; causare una nuova era glaciale per dar fastidio ad alcuni, o una nuova era tropicale al fine di far tutti contenti, non è necessariamente un programma razionale. Ma non dobbiamo ingannarci: una volta che tali possibilità diventano fattibili, esse verranno realizzate”

(J. von Neumann, “Possiamo sopravvivere alla tecnologia”?, 1955)

“Il problema interessante del nostro tempo è che camminiamo come sonnambuli in mezzo al processo di ricostruzione delle condizioni stesse dell’esistenza umana”

(L. Winner, *The Whale and the Reactor*, 1986)

“Il principio che regola il mondo piatto è il seguente: qualsiasi cosa può essere fatta, sarà fatta; da te o a te. Ne consegue che è meglio essere protagonisti che non subire l’avanzamento della tecnologia”

(Intervista a T. Friedman, autore de *Il mondo è piatto*, Mondadori 2006)