

Università di Udine, Facoltà di Scienze della Formazione
Corso di Storia della Scienza (14)
Giustificazione e scoperta. Storia interna ed esterna. Progresso e responsabilità



Giorgio T. Bagni
 Dipartimento di Matematica e Informatica
 Università di Udine
bagni@dimi.uniud.it
www.syllogismos.it

Universitas
 Studiorum
 Utinensis

La storia interna della scienza

- La storia della scienza (più propriamente: la storie di una singola scienza) può essere considerata dal punto di vista dell'evoluzione delle teorie, della sostituzione di un'impostazione ad una precedente, dall'adozione di nuovi approcci teorici.
- L'evoluzione delle **scienze sperimentali** è ovviamente influenzata (determinata?) dalla disponibilità di nuovi dati.
- L'interpretazione di tali dati può richiedere: l'introduzione di una teoria in grado di spiegarli una più o meno radicale **revisione** di una teoria, o addirittura il suo definitivo **abbandono**.

La storia interna della scienza

- Ma secondo G. Bachelard, la scienza **"non parte mai da zero"**: consiste piuttosto nella rettificazione di teorie precedentemente enunciate.
- K.R. Popper sostiene che una teoria scientifica non si basa su osservazioni o sull'invenzione di esperimenti, ma dalla **critica di teorie precedenti**.
- Tali argomentazioni evidenziano chiaramente l'importanza del fattore storico (Geymonat, 1980).
- Fattori da considerare: concezioni filosofiche, analisi e modelli scientifici precedenti, sviluppo della tecnica.
- Lo studio dell'evoluzione da questo punto di vista viene detto **storia interna della scienza**.

La storia esterna della scienza

- Nel nostro corso abbiamo spesso evidenziato un altro importante fattore: **la struttura sociale in cui i ricercatori operano**.
- La stessa disponibilità di dati sperimentali dipende dall'influenza esercitata dalla società indirettamente, dunque tramite la tecnica.
- Tale influenza può avvenire anche direttamente, ad esempio mediante il coinvolgimento nella ricerca di classi sociali, o l'indagine di campi nuovi.
- La scienza moderna è nata poco più di tre secoli fa e la struttura sociale è radicalmente cambiata dalla fine del Seicento ad oggi.

La storia esterna della scienza

- "Nell'ultimo Seicento e nel Settecento (...) discussioni sul valore delle ultime scoperte scientifiche potevano aver luogo nelle accademie e nei migliori salotti e se ne valutavano spesso le implicazioni filosofiche e culturali. Tale atteggiamento è sopravvissuto nell'Ottocento, ma con il passare del tempo sempre più persone appartenenti a tutti i ceti sociali sono state messe in grado di conoscere almeno alcuni capitoli della nuova scienza" (Boncinelli, 2004, p. 118).
- Le **istituzioni culturali** (scuole, biblioteche etc.) hanno un'importanza primaria.

La storia esterna della scienza

- Una conseguenza degna di riflessione dell'influenza della struttura sociale sulla scienza è la spinta specializzazione (**specialismo scientifico**) che, talvolta suggerita anche da esigenze di tipo economico, caratterizza molti settori della scienza contemporanea.
- Tale fenomeno ha conseguenze importanti anche con riferimento alla filosofia della scienza.
- Possono porsi gravi **problemi di linguaggio** e dunque difficoltà di un'efficace comunicazione tra settori della ricerca scientifica anche tradizionalmente considerati non molto distanti.

Utilità della scienza

- L'**utilità** di alcuni settori della scienza (ad esempio la medicina) è evidente.
- Ma anche ambiti di ricerca che possono apparire esclusivamente teorici hanno applicazioni di notevole importanza.
- La sicurezza del commercio elettronico, ad esempio, dipende da procedimenti di **crittografia** spesso basati sulla conoscenza di grandi numeri primi.
- Senza un'adeguata conoscenza della teoria dei numeri la sicurezza dei dati inseriti in rete sarebbe fortemente a rischio: a partire dal numero della nostra carta di credito...

Parentesi: la crittografia

- Facciamo una premessa: introduciamo una semplice operazione aritmetica detta **congruenza modulo n** .
- Utilizzeremo un segno, $\equiv \pmod{n}$, che può essere impiegato al posto del tradizionale segno di uguaglianza, che significa che due numeri differiscono per un multiplo di n .
- Ad esempio: $11 \equiv 3 \pmod{4}$ infatti: $11 = (4+4)+3$
- Quando addizioniamo le ore su di un comune orologio spesso utilizziamo la congruenza modulo 12 (ad esempio, alle 10 diciamo: "tra 4 ore sono le 2"):
- $10+4 = 2 \pmod{12}$ infatti: $14 = 12+2$

Parentesi: la crittografia

- Descriviamo brevemente il procedimento di **crittografia a chiave pubblica**.
- Premettiamo la definizione della **funzione ϕ di Eulero** (funzione *toziente*): $\phi(n)$ è il numero di interi positivi m minori di n che sono **coprimi** con n (cioè tali che il massimo comune divisore di m, n è 1).
- Ad esempio:
 - $\phi(6) = 2$ perché i 2 numeri 1, 5 sono coprimi con 6
 - $\phi(10) = 4$ perché i 4 numeri 1, 3, 7, 9 sono coprimi con 10
 - $\phi(p) = p-1$ (per ogni p primo) perché i $p-1$ numeri 1, ..., $p-1$ sono coprimi con p

Parentesi: la crittografia

- Si dimostra facilmente che:
 - $\phi(p^k) = p^k(1-1/p)$ (per p numero primo)
 - $\phi(n_1 \cdot n_2) = \phi(n_1) \cdot \phi(n_2)$ (per n_1, n_2 coprimi)
- Dunque se p, q sono numeri primi:
 - $\phi(pq) = (p-1)(q-1)$
- Ad esempio:
 - $\phi(187) = \phi(11 \cdot 17)$
 - $= (11-1)(17-1)$
 - $= 10 \cdot 16$
 - $= 160$



Parentesi: la crittografia

- Un'osservazione: abbiamo calcolato velocemente $\phi(187) = 160$ sfruttando il fatto che $187 = 11 \cdot 17$.
- Ma il calcolo di $\phi(r)$ dove r è "molto grande" può essere lunghissimo se non si conosce la scomposizione in fattori primi di r !
- La crittografia a chiave pubblica si basa sulle considerazioni precedenti. Un soggetto interessato a ricevere un messaggio cifrato pubblica due numeri: **r (modulo di cifratura), s (esponente di cifratura)** scelti in modo tale che s sia coprimo con $\phi(r)$.
- Il modulo r sarà un numero **molto grande** che il ricevente avrà ottenuto **moltiplicando due primi p, q** .

Parentesi: la crittografia

- Dunque tutti conoscono r (e s), ma **solo il ricevente conosce p, q** tale che $pq = r$.
- Se vogliamo inviare un messaggio M (sia ad esempio M un numero naturale) nella forma cifrata C al titolare di r e s , procediamo nel modo seguente:
 - $C \equiv M^s \pmod{r}$
- Per decifrare C ed ottenere M , il ricevente calcolerà:
 - $M = C^t \pmod{r}$
 - dove si dimostra che t si calcola nel modo seguente:
 - $t \equiv s^{\phi(r)-1} \pmod{\phi(r)}$
- **L'unico calcolo che crea problemi è quello di $\phi(r)$** ma conoscendo p, q risulta: $\phi(r) = \phi(pq) = (p-1)(q-1)$.

Parentesi: la crittografia

- Un esempio (Schroeder, 1986, p. 182):
- il ricevente pubblica $s = 7$, $r = 187$ (ammettiamo che solo lui sappia che $187 = 11 \cdot 17$);
- il messaggio da inviare è $M = 3$; in forma cifrata:
- $C = M^7 \pmod{187} = 2187 \pmod{187} = 130$
- per decifrare C serve l'esponente t di decifrazione; ma solo il ricevente riesce a calcolare $\phi(r) = \phi(11 \cdot 17) = (11-1)(17-1) = 160$ e di conseguenza $\phi(\phi(r)) - 1 = 63$:
 $t \equiv s^{\phi(\phi(r)) - 1} \pmod{\phi(r)} \quad t \equiv 7^{63} \pmod{160} \quad t = 23$
- da cui si ottiene infine il messaggio originale M:
 $M \equiv C^t \pmod{r} \quad M \equiv 130^{23} \pmod{187} \quad M = 3$

Parentesi: la crittografia

- Una ventina di anni fa un numero di cento cifre che sia prodotto di due primi di cinquanta cifre non era fattorizzabile in tempi ragionevoli.
- Le tecniche messe a punto da Ron Rivest, Adi Shamir e Leonard Adleman (RSA) negli anni Settanta impiegano oggi numeri primi di cento cifre.
- Ma l'efficienza degli elaboratori è sempre più elevata e gli algoritmi utilizzati sempre più sofisticati.
- Dunque la possibilità di utilizzare numeri primi sempre più grandi è una condizione di estrema importanza per garantire la sicurezza delle comunicazioni.

Responsabilità della scienza

- Molti interrogativi e problemi (moralì, economici etc.) possono essere collegati al progresso tecnologico e, dunque, scientifico.
- La scienza è in se stessa neutrale?
- Da un lato una responsabilità della ricerca attribuita direttamente agli scienziati non tiene conto del ruolo di chi utilizza il progresso scientifico.
- Ma la pretesa di un'assoluta neutralità della scienza porta ad alcune questioni di fondo: la scienza sarebbe un corpo estraneo nel progresso di civilizzazione e tale posizione sarebbe difficilmente sostenibile (Geymonat, 1980).

Contro la scienza?

- Proponiamo alcune citazioni tratte dal saggio: E. Boncinelli, *Il posto della scienza*, Mondadori, Milano 2004.
- "Oggi c'è un tacito consenso sul fatto che la scienza sia utile e talvolta insostituibile sul piano materiale. Ma convivono con questo sentimento anche una serie di atteggiamenti critici, se non apertamente ostili, verso la scienza e verso gli scienziati. Questi atteggiamenti, individuali o collettivi, si alimentano essenzialmente di emotività, come è naturale, ma vengono giustificati con una varietà di motivazioni razionali" (Boncinelli, 2004, pp. 3-4).

Contro la scienza?

- "Queste possono essere ricondotte a due tipi fondamentali.
Da una parte c'è una tendenza intellettualistica a mettere in discussione la capacità della scienza di comprendere il mondo in cui viviamo e di darne una corretta rappresentazione, se non una spiegazione. Si dice che la scienza non può raggiungere la verità e si lascia intendere che esistono altre vie, migliori, per arrivare a tale traguardo. (...) Dall'altra c'è una crescente tendenza a ritenere che per quanto riguarda le applicazioni pratiche la scienza sia andata troppo oltre; che stia cioè modificando troppo radicalmente la realtà del nostro mondo" (Boncinelli, 2004, p. 4).

Contro la scienza?

- Non raramente registriamo l'attribuzione di responsabilità o di colpe alla scienza, sulla base di concezioni, ad esempio, etiche.
- Il conflitto, talvolta segnalato, tra etica e scienza, è però, a ben vedere, del tutto insostenibile. Purtroppo finisce per danneggiare gravemente l'immagine sociale della scienza.
- La colpa della scienza, "se di colpa si può parlare, è quella di aver messo sul tappeto temi che prima non esistevano, perché non esistevano i presupposti materiali per le azioni corrispondenti" (Boncinelli, 2004, p. 164).

Contro la scienza?

- “Molte ricerche sembrano inutili, troppo costose per quello che possono dare o addirittura dannose. Se si tratta di vera scienza, può essere certamente costosa, perché questa è una valutazione extrascientifica, ma in quanto scienza non può essere né inutile né dannosa. Si possono portare tantissimi esempi di ricerche che potevano sembrare inutili e che si sono rivelate poi di eccezionale importanza pratica e quindi di interesse sociale. Si pensi alla risonanza magnetica (...). Questi strumenti, che sono oggi di uso comune per la diagnosi di varie patologie, hanno una lunga storia che risale agli studi condotti, a suo tempo, sul comportamento dei nuclei atomici” (Boncinelli, 2004, pp. 110-111).

I limiti della scienza

- “La scienza ha una finalità e una missione ben definite: al di là di quelle non può andare e di più non può dare. (...) **La scienza non spiega tutto**, non ha risposte soddisfacenti per tutte le domande che ci possono venire in mente. Anzi, le risposte che può dare riguardano pochissime domande che un essere umano si porrebbe spontaneamente. (...) Ciò non significa che in questi secoli non ci sia stato progresso. Non c'è stato progresso individuale, ma **c'è stato certamente un progresso collettivo e sociale. Disconoscerlo sarebbe assurdo e ingeneroso**” (Boncinelli, 2004, pp. 165 e 168).

A tutti grazie
dell'attenzione

