

# L'IRRIDUCIBILE COMPLESSITÀ DEL PENSIERO SCIENTIFICO: OSTACOLO O SFIDA PER LA DIFFUSIONE DELLA CULTURA SCIENTIFICA?

FANTINI<sup>1</sup>, PAOLA; GRIMELLINI TOMASINI<sup>2</sup>, NELLA; LEVRINI<sup>2</sup>, OLIVIA

<sup>1</sup> Liceo Scientifico "A. Einstein", Rimini; SSIS, Università di Bologna, Italia

<sup>2</sup> Dipartimento di Fisica, Università di Bologna, Italia.

---

**Parole chiave:** Didattica della Fisica; Diffusione della cultura scientifica; Fisica moderna; Scienza e società.

## OBIETTIVO

L'obiettivo principale del lavoro è mostrare come la Ricerca in Didattica della Fisica possa contribuire alla diffusione della scienza come cultura anche in ambiti extra-scolastici. Nello specifico si presenteranno le scelte di fondo che hanno guidato la progettazione e conduzione di conferenze su temi di fisica moderna.

## QUADRO TEORICO

### Oltre l'alfabetizzazione scientifica

Nonostante si viva in un mondo sempre più pervaso di scienza e tecnologia, il calo delle iscrizioni a corsi di laurea scientifici come Chimica, Fisica e Matematica indica un significativo calo di interesse per lo studio di discipline "dure". Parallelamente a questo fenomeno, si sta però assistendo ad una nuova richiesta di informazione scientifica documentata da un aumento delle pubblicazioni divulgative e delle visite a mostre scientifiche e a *science centre*.

Nel passato si è ritenuto che per estendere l'interesse verso la scienza e innalzare il livello di cultura scientifica fosse necessario e sufficiente impegnarsi nella comunicazione di un messaggio scientifico semplice, univoco, lineare e il più possibile neutro e oggettivo.

La complessità del rapporto scienza-tecnologia-società sta tuttavia rendendo sempre più manifesta la drammatica parzialità dell'informazione che il mondo scientifico spesso offre per dirimere questioni cruciali nella vita democratica, nonché l'insufficienza di un'*alfabetizzazione scientifica* - intesa come *pura informazione* - per favorire una partecipazione consapevole a decisioni politico-sociali che coinvolgono temi scientifici.

Negli ultimi anni nell'ambito della ricerca in Comunicazione e in Didattica della Scienza si sta diffondendo la consapevolezza che, se si vuole innalzare il livello di *cultura scientifica*, sia necessario rilanciare la scienza come una delle più alte conquiste del pensiero umano e, come tale, intrinsecamente complessa sia a livello di contenuti sia a livello di dinamiche di costruzione (Pitrelli e Sturloni, 2004). Questo significa far retrocedere la riflessione circa la comunicazione scientifica e l'insegnamento a domande sempre più di fondo: Qual è il tipo di messaggio che permette di passare, insieme all'informazione, strumenti culturali che

aiutino i cittadini ad orientarsi in questo mondo sempre più dispersivo e complesso? Qual è la soglia di semplicità sotto la quale la conoscenza scientifica si riduce ad una banale collezione di nozioni in cui sparisce il senso complessivo del pensiero scientifico? E, soprattutto, quanto è perseguibile, oggi, l'obiettivo di trasmettere il messaggio che riflettere sulla scienza per capirla può essere un'impresa affascinante che vale la pena intraprendere, anche se richiede attenzione, pazienza e fatica?

### **La scienza come cultura: obiettivo possibile o pura illusione?**

Sjøberg nel riportare i risultati di uno studio europeo sulle cause del “calo delle vocazioni scientifiche” afferma:

“Un aspetto chiave nella vita dei giovani è la ricerca di significato e di rilevanza. Piacciono quelle discipline in cui la loro voce è tenuta in seria considerazione, in cui le loro visioni contano. La scienza e la matematica hanno un'immagine di autorità, almeno come materie scolastiche. E' facile dimostrare la propria ignoranza in tali materie. Il venir meno di un significato personale e l'idea che esistano verità eterne e risposte corrette allontanano molti più giovani oggi di ieri” (Sjøberg, 2001).

I risultati di Sjøberg sembrano indicare l'esistenza di una esigenza diffusa di senso e che a scuola la scienza, e la fisica in particolare, non sono rifiutate tanto (o soltanto) perché ritenute difficili, quanto (e, forse, soprattutto) perché ritenute troppo difficili per quello che effettivamente danno. Risultati di ricerca in Didattica della Fisica (Levrini, 2004) e l'impatto nelle scuole di alcuni eventi culturali di successo (ad esempio “Copenaghen” di Frayn) sembrano poter essere interpretati nella stessa direzione: il livello di complessità dei contenuti che gli studenti sono disposti ad accettare aumenta all'aumentare del grado di ampiezza e significatività del contesto culturale in cui i contenuti disciplinari sono collocati.

Ridare pertanto alla fisica una dimensione culturale può diventare una strada per diffonderla e renderla più accessibile perché significa ridarle quella pluralità di significati che permette ad ognuno di trovare una via d'accesso, una prospettiva e un modo per integrarla nel proprio percorso di crescita individuale e sociale.

Questa linea, come sottolinea Levy-Leblond, apre il problema cruciale della “messa in cultura” della fisica ed evidenzia la mancanza, a livello istituzionale, di una figura di fondamentale importanza per altre discipline (ad esempio, Arte, Letteratura, Musica): la figura del “critico scientifico” (Levy-Leblond, 1996). Tale assenza è interpretabile sia sulla base di un'immagine di fisica che vedrebbe la conoscenza di per sé auto-giustificabile come pura scoperta di fatti, ma anche dalla intrinseca difficoltà di possedere conoscenze e competenze per comprendere la fisica di frontiera e riconoscerne la portata culturale. In questa assenza alcuni campi di ricerca che hanno in parte assolto tale funzione sono stati la Storia, la Filosofia e la ricerca sui Fondamenti. Da qualche anno anche la ricerca in Didattica della Fisica si sta occupando di “quale fisica per quale cultura” e, quindi, può offrire un contributo prezioso per la scelta di temi e contenuti per la diffusione scientifica anche in contesti extra-scolastici, oltre che per indicare le difficoltà concettuali da tenere in considerazione e le strategie per superarle (Bernardini et al., 1995; Grimellini Tomasini, 2004).

### **ESEMPI DI DIFFUSIONE DELLA FISICA COME CULTURA**

Sulla base delle considerazioni svolte precedentemente si è realizzato un esperimento di comunicazione della fisica nell'ambito di un ciclo di conferenze “Fisica e visioni del mondo”, organizzate da Università Aperta di Rimini. Tali conferenze erano rivolte ad un pubblico di studenti, insegnanti di diverse discipline, cittadini curiosi.

In questo paragrafo saranno illustrate le scelte di fondo effettuate per la costruzione e conduzione di due conferenze dal titolo “Albert Einstein tra pregiudizi e libertà di pensiero” e “L'indeterminazione elevata a principio”, tenute “a quattro mani” da due delle Autrici (P.F. e O.L.). Seguirà una descrizione sintetica degli incontri.

### **Scelte di fondo**

- “Filo conduttore forte”, esplicito ma sufficientemente complesso da poter essere sviluppato a tanti livelli.

### **Scelte disciplinari**

- “Nocciolo duro” di fisica: ogni conferenza prevedeva una parte centrale mirata a sviluppare un ragionamento disciplinare stretto in cui le informazioni e i concetti erano presentati con la maggiore coerenza possibile; per questa parte si è scelto di non fare nessuna deroga sul linguaggio e sul ragionamento, nessun cortocircuito che potesse creare interpretazioni non corrette;
- “Cornice di senso”: i contenuti fisici erano inseriti in una cornice più generale che permettesse eventuali “distrazioni” sul ragionamento disciplinare; in questo modo i contenuti potevano diventare anche soltanto un argomento a sostegno di una tesi culturalmente più generale oppure un esempio di come la fisica articola un ragionamento;
- “Dal fatto all’immaginazione dei mondi”: la presentazione dei contenuti disciplinari si sviluppava mostrando come un fatto, apparentemente innocuo (la costanza di “c” o la relazione d’indeterminazione), avesse imposto una radicale revisione dell’immagine del mondo fisico.

### **Scelte epistemologiche**

- “La fisica come disciplina polifonica”: ogni incontro prevedeva esempi di dibattiti scientifici mirati a mostrare come l’esistenza di un nocciolo oggettivo condiviso non precludeva l’esistenza di spazi di negoziazione che ogni fisico poteva interpretare sulla base della propria visione del mondo.
- La “nostra” visione del mondo e della fisica: si è scelto di esporre esplicitamente il nostro punto di vista, come possibile esempio del fatto che la fisica può coinvolgere.

### **Scelte culturali**

- “Cornice di senso a diversi livelli”: la cornice è stata costruita per stimolare riflessioni su temi di portata generale, sviluppati a diversi livelli di approfondimento per diverse sensibilità, quali: libertà e pre-giudizi (la scienza come strumento di liberazione da pre-giudizi e superstizioni ma anche a rischio di essere vittima dei suoi stessi stereotipi); l’atto creativo in fisica (il ruolo dei vincoli per costruire e immaginare mondi); la responsabilità del pensare (il ruolo sociale degli scienziati come intellettuali); il problema della decodifica del linguaggio (significati letterali e metaforici delle leggi fisiche; ruolo dei meta-linguaggi per distinguere tra fatti e loro interpretazioni).

### **Gli incontri**

#### **I incontro: Albert Einstein tra pregiudizi e libertà di pensiero**

Filo conduttore: pregiudizio come stereotipo, superstizione, ma anche come idea su cui appoggiarsi per poter pensare e creare un mondo - lettura da Postille a “Il nome della rosa” di U. Eco.

#### ***I parte: “E’ più facile distruggere un atomo che un pregiudizio” (A. Einstein)***

- Einstein come simbolo di uomo libero e socialmente impegnato: acceso sostenitore della libertà di espressione e di istruzione, della libertà dello spirito e del pensiero in contrapposizione al *pensiero stereotipato* e al *pregiudizio autoritario*.

#### ***II parte: I pregiudizi come vincoli per creare***

- Einstein come esempio di scienziato che utilizza idee preconcepite sulla fisica, per selezionare quei fatti, dal vasto mare dell’esperienza, che permettono “di far venire alla luce solo le connessioni legittime”: i pregiudizi metafisici della fiducia nell’unità della natura, nella simmetria delle leggi fisiche, nella semplicità ed economia, nel principio di causalità.

#### ***III parte: I pregiudizi in azione – la Relatività Ristretta***

*Piano disciplinare:*

- Il rifiuto di enti superflui e metafisici: spazio e tempo come distanze tra eventi da definire operativamente mediante regoli ed orologi in coerenza con l’invarianza di “c” (letture da “L’elettrodinamica dei corpi in movimento”);

– La costruzione del reticolo di orologi e gli effetti relativistici (animazioni al computer).

*Sottolineatura epistemologica:*

– La scelta dell’operazionismo come scelta possibile ma non unica: il confronto con la visione geometrica di Minkowski basata sul pregiudizio della matematizzabilità del mondo fisico.

*Sottolineatura culturale*

– Il dibattito tra Einstein e Minkowski come:

- manifestazione del dibattito sul concetto di spazio in fisica: la visione relazionista di Einstein (spazio e tempo come insieme di relazioni formali costruite dalla mente umana) e la visione sostanzialista alla Minkowski (spazio e tempo come contenitori);
- chiave per interpretare l’attuale dibattito sulla gravità quantistica: le stringhe e i loop (letture da testi divulgativi di Greene e Smolin).

**Il incontro: L’indeterminazione elevata a principio**

Filo conduttore: le implicazioni dell’aver elevato a principio fisico l’indeterminazione, quella “formuletta – in sé piuttosto arida e arcana – che abbiamo imparato a recitare sui libri del Liceo, dal nome fastidiosamente indimenticabile” (“Heisenberg” di M. Cattaneo).

***I parte: la problematica ricerca del significato***

- Usi metaforici del principio di indeterminazione: la perturbazione provocata nell’atto di conoscere un altro da sé – lettura di un brano di “Le cose dell’amore” di U. Galimberti; l’irriducibile complessità di un mondo di pensieri, sensazioni, emozioni alla modalità contingente in cui un fatto si è realizzato – lettura dal post-scritto di “Copenaghen”.
- Ricerca del significato fisico delle metafore nei dibattiti tra Heisenberg e Bohr e tra Bohr e Einstein.

***Il dibattito Heisenberg-Bohr:***

*Piano disciplinare:*

- L’esperimento ideale di Heisenberg del microscopio a raggi gamma: l’indeterminazione come “perturbazione”;
- La reazione di Bohr e la critica a Heisenberg di non avere tenuto nella dovuta considerazione il ruolo del microscopio: l’indeterminazione come conseguenza del dualismo onda-corpuscolo

*Sottolineatura culturale:*

- L’efficientismo e l’ambizione di Heisenberg a confronto con la profondità di Bohr e la sua esigenza di interpretare le nuove conoscenze: ovvero, quando un dibattito “fisico” diventa anche conflitto “accademico” e conflitto “personale” tra allievo e maestro (visione di spezzoni da “Copenaghen”).

***Il dibattito Bohr-Einstein:***

*Piano disciplinare:*

- I tentativi di Einstein di mostrare l’infondatezza del principio di indeterminazione e di complementarità e la vittoria attribuita a Bohr: l’indeterminazione elevata a principio e la costituzione della “interpretazione di Copenaghen”.

*Sottolineatura culturale:*

- Due maestri si confrontano: esiste un principio di autorità in fisica?

***II parte: Fisica e visioni del mondo – polifonie della fisica***

- Riflessioni su come lo stesso “fatto” (il principio di indeterminazione) possa diventare argomento a sostegno di tesi anche molto diverse tra loro: il mondo osservabile è corpuscolare e discreto (Heisenberg); “complementare” (Bohr); il mondo non è costituito da corpuscoli (Schrödinger); la meccanica quantistica non dice l’ultima parola sui meccanismi profondi che regolano l’universo (Einstein) (letture di testi originali).

### **III parte: Principio di indeterminazione e realtà fisica**

- Dalle ceneri, frammenti incerti e vaghi della realtà: il principio di indeterminazione come primo passo di un processo che, insieme, alla complementarità, l'entanglement, le nuove statistiche, ha mandato in crisi l'oggetto nel micromondo (letture di testi originali).

### **CONCLUSIONI: SOGNARE SI PUÒ**

La sfida dei due incontri era quella di capire se un'immagine di scienza problematica e complessa potesse comunque stimolare e coinvolgere un pubblico eterogeneo di non specialisti. Le reazioni hanno confermato quanto speravamo di trasmettere: studenti hanno chiesto indicazioni per approfondire alcuni temi; insegnanti di Lettere o Filosofia hanno ritrovato con stupore stimoli e agganci per le loro riflessioni; insegnanti di Fisica hanno apprezzato la "piacevolezza" degli interventi e l'organizzazione ci ha chiesto di replicare l'iniziativa. Speriamo che queste reazioni indichino che siamo riuscite ad offrire ciò che speravamo: lo stimolo per sviluppare un pensiero da mettere alla prova per interpretare altri fatti, per stuzzicare un sogno ed arricchire un'immagine verso la creazione di nuovi mondi; speriamo anche uno stimolo verso quell'educazione all'immaginazione che, come dice Amos Oz, è un antidoto contro ogni forma di fanatismo.

### **BIBLIOGRAFIA**

- BERNARDINI, C., TARSIANI, C., VICENTINI, M. (1995). *Thinking Physics for Teaching*. New York, London: Plenum Press.
- PITRELLI, N., STURLONI, G. (eds.) (2004). *La comunicazione della scienza. Atti del I e II Convegno Nazionale*. Roma: Zadigroma ed.
- FRAYN, M. (1998). *Copenhagen*. London: Methuen Publishing Ltd.
- GRIMELLINI TOMASINI, N. (2004). Teaching physics from a cultural perspective: Examples from research on physics education. in REDISH, E. F., VICENTINI, M. (eds.), *Proceedings of the International School of Physics, "Research on Physics Education"*. Bologna: SIF.
- LEVRINI, O. (2004). Teaching modern physics from a cultural perspective: an example of educational re-construction of spacetime theories. in REDISH, E. F., VICENTINI, M. (eds.), *Proceedings of the International School of Physics, "Research on Physics Education"*. Bologna: SIF, 621-628.
- LEVY-LEBLOND, J.-M. (1996). *La Pierre de touché. La science à l'épreuve....* Paris: Éditions Gallimard.
- SJØBERG, S. (2001). "Why don't they love us any more?" Science and Technology Education: A European high priority political concern!. *Proceedings of the 3rd International E.S.E.R.A. Conference*, Thessaloniki (Greece).