

Cinque anni fa provai a mettere per iscritto, per gli studenti di una prima, i motivi che mi sembrava rendessero difficile la fisica per gli studenti. Quegli studenti non ne hanno avuto un gran beneficio, mi pare. Però, rileggendo e correggendo questo file (oggi per l'ultima volta, dopo un anno) continuo a trovarci qualcosa che mi pare valga la pena di condividere, discutere e approfondire.

La fisica è difficile, per gli studenti di scuola secondaria, perché:

- A. facilmente oggetto di mistificazioni (anche da parte di libri di testo scolastici),
- B. meno supportata di altre materie da libri di testo adeguati
- C. composta di più piani che s'intrecciano

A. Cominciamo dalle Mistificazioni

Mistificazione 1: la fisica non *spiega* com'è fatta la realtà.

La fisica fa **modelli** (rappresentazioni schematizzate) dei fenomeni che studia, non *spiega* i fenomeni
.□

Questi modelli sono di tipo matematico: sono fatti di **formule** (relazioni tra grandezze fisiche) e **rappresentazioni grafiche**

Le rappresentazioni grafiche (molto sottovalutate, nell'insegnamento, mi pare) possono essere:

- grafici cartesiani (ES: diagrammi orari per la cinematica, curve sul piano pressione-volume in termodinamica, ecc)
- schemi delle grandezze caratterizzanti il fenomeni (ES: diagrammi di forze in dinamica, linee di campo in elettromagnetismo, ecc)
- stilizzazioni di apparati sperimentali o di altro tipo (ES: circuiti elettrici, torchio idraulico, mulinello di Joule, ecc)

Mistificazione 2: la fisica non è una 'matematica sporca'.

La fisica fa modelli matematici dei fenomeni. Questi modelli però in parte non sono di facile lettura per un profano, quindi per uno studente, in parte non esauriscono la trattazione del fenomeno stesso.

Didatticamente bisogna *raccontare* sia come si giunge a costruire il modello (si segue quasi sempre un percorso sperimentale) sia fare il percorso inverso e cioè esplicitare tutti i significati del modello stesso.

La componente narrativa, in fisica più che in matematica, è imprescindibile più della formalizzazione. Lo sapeva bene Einstein quando scrisse il suo libro divulgativo: *Le vie della fisica*. Assieme a Infield.

Mistificazione 3: la fisica non si può insegnare solo raccontandola.

La fisica, infatti, è una scienza sperimentale (con una struttura *induttiva*, e non logico-deduttiva

come, invece, la matematica) e quindi non ha senso insegnarla se non si fanno esperienze di laboratorio – almeno elementari. Anzi, solo in laboratorio si capisce veramente la differenza concettuale e metodologica tra la matematica (regno dell'esattezza) e la fisica (regno dell'approssimazione).

In relazione a questo punto apro una parentesi sulle relazioni di laboratorio

L'esperienza m'insegna che per gli studenti è veramente difficile scrivere le relazioni di laboratorio decenti, ma è anche incredibilmente formativo. Perciò, nonostante sia una faticaccia correggerle, insisto nel farle scrivere. Magari, le prime volte, in gruppo...

In una relazione di laboratorio si concentrano quasi tutti gli aspetti specifici della fisica (e quasi tutte le *criticità* trasversali a tutte le materie: quelle riguardanti la gestione di un *linguaggio specifico*).

Nodi cruciali sono:

- lo scopo dell'esperimento (sembra incredibile ma, a volte, presi dal FARE gli studenti si scordano qual è l'obiettivo che stanno perseguendo)
- la distinzione tra materiali e strumenti di misura;
- la presentazione dell'apparato (un disegno chiaro, preciso e commentato);
- la descrizione dell'attività svolta (mette in crisi l'utilizzo del *linguaggio tecnico*, ma anche il racconto in sé. Difficile anche centrare il *registro* giusto che non deve essere "aulico" o "forbito" – il linguaggio delle scienze ha un registro proprio già alto – ma semplice e chiaro. Le prime volte dovranno procedere per paratassi. Come egregiamente mostrato nella poesia di Jaques Prévert

Dejeuner du matin

;

- il protocollo di misura (la sequenza di azioni eseguite per fare una misura) è il cuore della relazione e anche l'aspetto più creativo perché, nei dettagli, è lasciato alla fantasia del gruppo. Solo gli studenti i più attenti (e che hanno minor difficoltà di linguaggio) riescono a scrivere protocolli corretti e completi;
- la gestione delle tabelle (che devono semplificare il lavoro di chi legge/corregge e perciò non possono andare "a capo", e devono presentare le unità di misura solo nell'intestazione e devono avere colonne separate per i valori e per l'incertezza);
- la realizzazione di grafici (ove necessario), che devono essere ben leggibili (quindi a tutta pagina) e fatti con discernimento, sia se realizzati a mano, sia se si utilizzano software;
- le conclusioni (che deve riallacciarsi allo scopo – indicando se è stato raggiunto o no e argomentando in entrambi i casi – e comprendere una relazione matematica se possibile).

Mistificazione 4 (interconnessa con la 1): la fisica non è né oggettiva né soggettiva ma intersoggettiva.

Nessuna delle affermazioni che si fanno in fisica è assoluta: la fisica è il regno della *relatività*.

Si possono trovare nei libri di testo, che pure tengono conto di questo fatto, errori madornali come la "definizione di punto materiale" (che non è tale perché "piccolo rispetto all'ambiente" ma finché si ignorano deformazioni, rotolamenti, fenomeni interni, ecc nello studio del corpo che si modella come punto materiale).

Un altro errore tipico degli studenti, causato dalla *presentazione oggettivante* dei testi, spesso, è ritenere che l'acqua bolla a 100°C e congela a 0°C, alla pressione ordinaria. I fenomeni

dell'ebollizione e del congelamento sono oggettivi: i valori numerici assegnati sulla scala termometrica sono puramente intersoggettivi. Tant'è che la scala kelvin attribuisce valori numerici differenti. E così via.

B. I libri di testo

Chi insegna fisica di rado è laureato in fisica. Siamo quasi tutti laureati in matematica. All'ingresso alla SSIS (scuola di specializzazione all'insegnamento secondario) sono stata costretta a sostenere un esame integrativo di fisica ed è stata la mia salvezza. Studiando sul Battimelli-Stilli, infatti, ho scoperto per la prima volta il carattere narrativo della fisica e da quel momento ho cominciato ad amarla e non ho più smesso di studiarla.

Molt* colleg* non hanno avuto la mia 'fortuna' e i libri di testo maggiormente adottati li assecondano, esaltando l'aspetto matematico della fisica ben più del lecito.

Per esempio trasformano percorsi sperimentali in percorsi logico-deduttivi: in dimostrazioni. Non spiegano mai cosa significhi "procedere a variabili separate" per giungere a scrivere una legge fisica. Non definiscono cosa sia una legge fisica (contando che gli studenti ci arrivino da soli a forza di vederne). Non danno subito il giusto rilievo al concetto di STATO, così importante in fisica moderna. Ecc.

Quest'impostazione matematizzante dei libri di testo crea molti danni all'insegnamento della fisica.

C. Differenti piani che si intrecciano

Sembra che per imparare un po' di fisica sia necessario imparare a memoria un sacco di cose

Dopo aver giocato con i concetti e dopo averli compresi, con pazienza e dedizione, gli studenti

dovrebbero imparare a raccontare quei concetti con il linguaggio adeguato [possibilmente senza risultare noiosi a chi ascolta (insegnante compresa/o)]. In particolare, a passare dal racconto al modello e viceversa.

E dovrebbero lavorare anche a interconnettere i diversi concetti fra loro. Cosa che può avvenire solo studiando in maniera critica e cioè analizzando i *perché* delle affermazioni del libro, o dell'insegnante.

Finché non giungono a padroneggiare tutti questi aspetti avranno la sensazione, terrificante, che ci sia troppa roba da sapere.

Quest'anno, grazie agli ostacoli dialettici imposti dal lockdown, ho dedicato molto tempo a un ripasso ragionato del percorso fatto sia in presenza sia a distanza (lavori di gruppo in stanze virtuali separate) e, alla fine di questo lavoro, ragazze e ragazzi si sono resi conto che la vera difficoltà è capire il *meccanismo*. Una volta compreso questo: è tutto un gioco di *mutatis mutandis*

Come e più che in matematica.

Il ruolo del DISEGNO è fondamentale (insisto)

Quante informazioni vengono sintetizzate e messe in relazione da [questi disegni](#) (che rappresentano le forze agenti su un punto materiale in equilibrio su di un piano inclinato con attrito)?

Utilizzando le parole di Leonardo da Vinci – tratte da “Lezioni americane” di Italo Calvino: “O scrittore, con quali lettere scriverai tu con tal perfezione la intera figurazione qual fa qui il disegno?”

Per non parlare del ruolo del disegno nello stimolare la ‘funzione D’ del cervello, che però merita un post a parte.

Ragazze e ragazzi fanno molta resistenza in merito (forse anche a causa anche di cambiamenti nell'insegnamento di disegno e tecnologia nella secondaria di primo grado?). Eppure questo aspetto si presta anche a un'interdisciplinarietà naturale nient'altro disprezzabile.

La fisica è anche risolvere esercizi

Comprendere un testo scientifico presenta criticità, puntualmente accresciute dal linguaggio inutilmente difficile dei libri di testo.

Comprendere il testo di un esercizio, *conditio sine qua non* per risolverlo, ne presenta di proprie.

Credo che bisognerebbe approcciare il testo di un esercizio di fisica come un qualunque testo di lingua straniera. Ma spiegare come fare per risolvere un esercizio (di fisica, come di geometria) non è banale.

Le indicazioni più utili le ho trovate in [questo file](#) scritto da un collega di un Liceo di Cagliari (non sono riuscita a trovare il nome, nonostante lunga ricerca) che però, purtroppo, non fa menzione del ruolo del disegno.

Ricapitolando

La fisica è una materia difficile in quanto composta da diversi aspetti interrelati:

- capire questa faccenda della distinzione tra *modello* e *fenomeno*;
- ricostruire il percorso che porta a questi modelli sia in forma narrativa, sia sul campo: facendo esperienze di laboratorio (anche a casa);

- coordinarsi con i compagni per realizzare queste esperienze;
- scrivere relazioni di laboratorio;
- orientarsi in una rete di concetti spesso antintuitivi, espressi mediante parole difficili e con un linguaggio che richiede, oltretutto, la completa padronanza delle parole calce (se... allora; poiché... dunque, ecc), troppo spesso date per scontate;
- decodificare e riprodurre rappresentazioni grafiche;
- affrontare l'annosa questione degli esercizi e dei problemi di fisica.

{jcomments on}