

ESSENZIALITÀ VS FRAMMENTARIETÀ La fisica al biennio dei licei scientifici

di Paola Balzarotti *

In questo momento storico della scuola italiana l'insegnamento della fisica al liceo scientifico sembra sempre più orientato a una impostazione di tipo addestrativo, anche per le proposte dei libri di testo più diffusi e per certe scelte ministeriali. L'autrice dalla sua pluriennale esperienza di docente di fisica trae i criteri per sviluppare il percorso di fisica nel primo biennio secondo due linee di impostazione trasversali: metodo e linguaggio. Scelte essenziali per evitare un insegnamento frammentario e ultimamente inefficace.

* Insegnante di Matematica e Fisica al Liceo scientifico "Don Gnocchi" di Carate Brianza

Lo scopo di ogni scuola e, a maggior ragione di un liceo, è quello di formare giovani che possano diventare uomini capaci di costruire percorsi autonomi d'indagine conoscitiva, cioè capaci di mettere in gioco la ragione per entrare in rapporto con la realtà.

Che contributo può dare lo studio della fisica a cominciare dal biennio?

La conoscenza scientifica, così come ogni altra conoscenza, nasce dalla meraviglia di fronte a un particolare della realtà e dalla curiosità che essa suscita. Così scrive Victor Weisskopf (1908-2002) ne *Il privilegio di essere un fisico*¹:

«La scienza è parte della nostra cultura. Essa contribuisce al nostro piacere nel vedere, comprendere e ammirare il mondo intorno a noi, qualcosa che io amo chiamare la gioia della conoscenza: un senso di meraviglia nei confronti della natura».

Ma c'è un'altra cosa che suscita altrettanta meraviglia.

La cosa più stupefacente per chi inizia a studiare la fisica è la adeguatezza sorprendente e gratuita tra la propria mente e la struttura della realtà naturale. Galileo Galilei dice che il grande libro della natura è scritto in linguaggio matematico ed è ancora più commovente che la mente dell'uomo sia fatta in modo da poter comprendere e usare questo linguaggio.

Così riflette Max Planck in *La conoscenza del mondo fisico*².

«La decisione di dedicarmi alla scienza fu conseguenza diretta di una scoperta che non ha mai cessato di riempirmi di entusiasmo fin dalla prima giovinezza: le leggi del pensiero umano coincidono con le leggi che regolano la successione delle impressioni che riceviamo dal mondo intorno a noi, sì che la logica pura può permetterci di penetrare nel meccanismo di quest'ultimo».

Quello che ho visto in questi molti anni di insegnamento è che gli alunni arrivano in prima liceo con tante aspettative e tanta curiosità. Hanno la voglia di capire, di spiegare ma, molto spesso, questa umana e preziosa necessità si spegne in



una ricerca di classificazione, in un tentativo di esaurire l'argomento riportandolo a uno schema preconstituito. D'altra parte trovo che ci sia un modo di insegnare la fisica che favorisce questo schematismo e che porta a una inevitabile chiusura perché quando si pensa di aver capito tutto, raramente si ritorna sulle cose o si approfondisce una riflessione. Ma *insegnare*, cioè educare, non è trasmettere un tecnicismo. Eppure anche in fisica non è difficile ricadervi. Banalizzando un po' lo descriverei così: di fronte al problema applico la tal formula! Riconduco un aspetto della realtà al modello invece di entrare nella realtà, cercarne gli aspetti significativi e descriverla con gli strumenti che si possiedono. Noi insegnanti abbiamo una grande responsabilità perché, nel guidare il lavoro con gli studenti, possiamo chiudere ogni problema oppure creare, passo dopo passo, una apertura che li rende capaci di un'indagine sempre più autonoma attraverso un rapporto sempre più profondo con la realtà, perché possano fare la stessa esperienza di conoscenza che abbiamo fatto noi e che ci ha conquistati.



Max Planck (1858 – 1947)

Per me l'aspetto più affascinante è la sensazione di non aver capito mai fino in fondo un argomento e l'apertura a nuove questioni che lo studio della fisica genera: è proprio vero che più si approfondisce la conoscenza più emergono domande e più si desta un desiderio di capire più a fondo. Il nostro ruolo è quello di guidare i ragazzi attraverso una scoperta: non diamo risposte ma facciamo sorgere in loro delle domande e, insieme con loro, cerchiamo le risposte.

Un'esperienza conoscitiva è innanzitutto un'esperienza profondamente umana che coinvolge la persona intera dello scienziato e che quindi chiede anche a noi e ai nostri studenti di metterci in gioco con tutta la ragione, con tutte le risorse che abbiamo.

Nell'avventura scientifica, infatti, il dato è sempre un indizio, che richiede l'intervento dello scienziato, con la sua fantasia, creatività e ragionevolezza. Il dato non ha in sé la risposta e la spiegazione del fatto: per comprenderlo bisogna leggerlo nel quadro di una ipotesi formulata. Esso acquista significato attraverso la formulazione di un'ipotesi.

Perciò la vera questione è come educiamo i nostri alunni a lasciarsi interrogare da ciò che hanno di fronte per iniziare a comprenderlo. Occorre che la conoscenza sia un'esperienza, abbia cioè pertinenza con la persona. Questo mi pare che accada quando viene favorita negli alunni la percezione che quel particolare è in rapporto con la totalità.

Ricerca e riconoscere ciò che è essenziale favorisce la comprensione e quindi aiuta a cogliere il nesso tra il particolare e il tutto. Per me puntare all'essenziale nell'insegnamento della fisica vuol dire rispettare l'oggetto e cercare ciò che lo costituisce. In alcuni casi significa chiedersi cosa si deve far emergere e sottolineare, cosa portare alla attenzione degli studenti e cosa, invece, può essere ricostruito dall'essenziale.

Le linee guida ministeriali non sempre aiutano, per la tendenza a inserire nei programmi dei licei tutto lo scibile, in modo che i ragazzi sappiano di tutto un po' (io traduco un po' polemicamente: *poco di tutto*). La ricerca dell'essenziale genera un «modo di fare lezione», ma chiede anche una riflessione sulle «scelte dei contenuti» o meglio, sulle scelte nell'«ordine dei contenuti» e nel modo in cui si guida la classe alla scoperta delle leggi della fisica.

I contenuti

Se lo scopo è che i nostri alunni facciano con noi un'esperienza di conoscenza e si mettano in gioco con la ragione nella sua interezza dobbiamo fare delle scelte che rendano possibile questo itinerario. Per esempio è interessante proporre loro un argomento che possano esplorare immedesimandosi e lasciandosi interrogare, cercando con noi le risposte e seguendo tutti i passi che il metodo scientifico impone. Il linguaggio della fisica è la matematica, quindi è meglio che si scelga un argomento che possa essere descritto e capito con gli strumenti che hanno nel momento in cui lo affrontano. I ragazzi arrivano dalle medie con un bagaglio che possiedono e di

cui, giustamente, vanno fieri cosa che tra l'altro è utile. Per esempio possiedono con una certa sicurezza la proporzionalità diretta e inversa e la similitudine. Per questa ragione ho scelto la seguente scansione degli argomenti.

Prima scientifico – primo quadrimestre

Il tema può essere così formulato: cosa vuol dire studiare un fenomeno?

Gli esempi possono essere: il moto di caduta di un pirottino in aria; il moto di oscillazione del pendolo; la misura del diametro della molecola di acido oleico.

Prima scientifico – secondo quadrimestre

Optica geometrica: riflessione; rifrazione; specchi; lenti.

Nella prima parte dell'anno i ragazzi capiscono cosa vuol dire studiare un fenomeno. Per fare questo è necessario porsi una domanda (cosa voglio capire?), formulare un'ipotesi (cosa prevedo che succeda?), individuare alcune grandezze significative ed effettuare delle misure.

È certamente importante che capiscano che ogni misura è affetta da un errore sperimentale e che imparino a stimare l'errore di misura. Poiché però lo scopo non è la stima dell'errore fine a se stessa, gli aspetti della teoria degli errori vengono introdotti gradualmente, quando si rendono necessari per stimare al meglio l'errore di una prova: la forma non è mai svincolata dal contenuto.

Seconda scientifico – primo quadrimestre

Cinematica: moto rettilineo uniforme, moto rettilineo uniformemente accelerato.

Seconda scientifico – secondo quadrimestre

Dinamica del punto materiale.

Statica del corpo rigido.

Nella scelta dei contenuti è bene avere presente lo scopo dell'insegnamento ma non ci possono essere decisioni a priori. Il cammino è guidato dall'insegnante e perciò la scelta dei contenuti è legata alla sua personalità, a ciò che egli ritiene abbia favorito la sua immedesimazione, all'ambito in cui ritiene di essere più in grado di svolgere la lezione. Al liceo in cui insegno, pur condividendo le scelte di ciascuno, capita che tra noi colleghi ci siano opzioni diverse riguardo all'ordine dei contenuti e alla forma in cui li si introduce alla classe.

Il modo di fare lezione

L'oggetto, come detto, è un fenomeno e quindi non si può non partire dall'osservazione. Tra l'altro, al biennio, le conoscenze dell'algebra crescono contemporaneamente allo studio della fisica e questo costringe ancora di più al legame con l'aspetto sperimentale perché il possesso del linguaggio è incerto e deve essere coltivato e sviluppato.

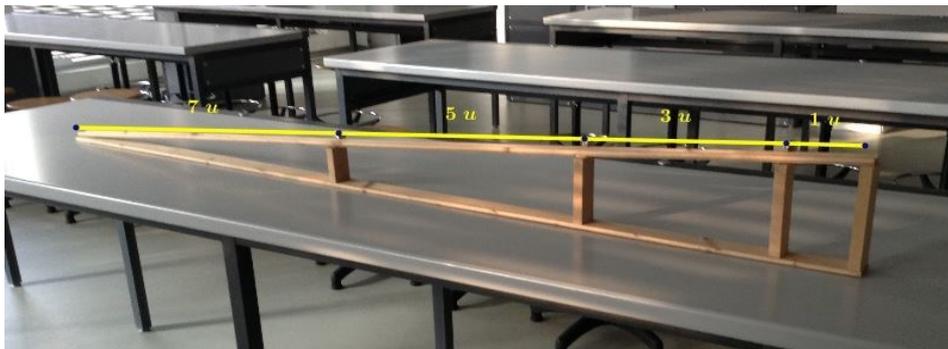
Il mio ruolo in laboratorio è quello di guidare gli alunni attraverso una scoperta: come detto non do risposte ma faccio sorgere in loro delle domande e insieme cerchiamo le risposte.

Questo aspetto merita una cura e una insistenza particolari. Mi accorgo che sempre più i ragazzi hanno delle idee precostituite su ciò che hanno davanti. La loro tendenza di fronte a una domanda è spesso cercare la risposta in un loro *data base* e talvolta neanche guardano che ciò che hanno davanti contraddice la loro risposta in modo evidente! Non basta vedere una cosa; bisogna *osservarla*, cioè cercare qualcosa in quel che si ha davanti agli occhi. Bisogna allora avere la pazienza di riportarli alla realtà che è la cosa che attiva la loro ragione. Ciò che hanno di fronte è quasi sempre un fenomeno complesso e la prima decisione, che è sempre un rischio, consiste nello scegliere cosa è decisivo e cosa è secondario. Potremmo dire, con una accezione diversa, cosa è *essenziale* e cosa, invece, può essere trascurato.

Un esempio: il moto uniformemente accelerato

A titolo di esempio riporto uno degli esperimenti condotti in laboratorio in un biennio (solitamente si tratta dell'inizio della seconda classe). Il tema è l'introduzione del moto uniformemente accelerato. Tempo fa un alunno aveva costruito per l'*open day* della

scuola un modellino in scala del piano inclinato che Galilei descrive nei "Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze".



Modellino in scala del piano inclinato descritto da Galilei

Il piano è dotato di campanelli che vengono toccati durante la discesa di una sferetta di acciaio. I campanelli sono disposti lungo il piano in modo tale che le reciproche distanze siano tra loro nello stesso rapporto di proporzionalità che caratterizza la successione dei numeri dispari. Quando si osserva il moto di caduta e si ascolta il suono dei campanelli non si può non cogliere che l'intervallo di tempo tra il suono di un campanello e il successivo è sempre lo stesso.

Arriviamo infine a compilare la seguente tabella.

Spazi percorsi	1 u	3u	5u	7u
Tempo impiegato	Δt	Δt	Δt	Δt

Nel corso di matematica della classe prima si lavora molto su problemi come il calcolo della somma dei primi n naturali, oppure dei primi n numeri dispari e, perciò, non sfugge agli studenti la possibilità di dedurre la relazione tra il tempo trascorso dall'inizio del moto (istante in cui la sferetta si trova alla sommità del piano inclinato) e la distanza percorsa.

Spazi percorsi a partire da 0	1 u	$(1 + 3) u = 4 u$	$(1+3+5) u = 9 u$	$(1+3+5+7) u = 16 u$
Tempo impiegato	Δt	$2 \Delta t$	$3 \Delta t$	$4 \Delta t$

Con le conoscenze che possiedono, ragionando a partire dall'osservazione, vengono piano piano condotti a formulare una legge che lega gli spazi percorsi ai tempi impiegati:

$$s \propto t^2$$

Il successivo lavoro che si svolge con la rotaia a basso attrito dotata di sensore di moto, precisa e approfondisce l'ipotesi formulata e permette di arrivare alla scrittura delle leggi del moto uniformemente accelerato con una certa soddisfazione e una comprensione profonda. L'esperienza, la formulazione dell'ipotesi interpretativa, la verifica dell'ipotesi, che costituiscono i passi del metodo sperimentale, non sono affatto un automatismo: in ogni momento si apre una nuova domanda, una nuova prospettiva così da poter dire che nessun esperimento chiude o incasella un argomento o un fatto, ma apre a nuove curiosità, a nuove domande e a nuove piste di conoscenza.

Direi che ogni forma di sapere ha una profondità che non può mai ritenersi esaurita: occorre ricorsività e pazienza perché la conoscenza è un cammino.

Il metodo non è un automatismo proprio perché è in gioco la persona intera con tutta la sua ragione. Quindi si può sbagliare! Non bisogna aver paura di sbagliare nel formulare l'ipotesi perché da un errore può venire l'idea interpretativa e l'errore viene continuamente superato perché il lavoro è guidato nell'ora di lezione in classe.

Nel far lezione, nell'interrogare, nella scelta dei problemi da assegnare a casa mi chiedo cosa favorisca la maturazione di una immedesimazione col fenomeno da parte degli

alunni. Questo perché penso che per la mia comprensione della fisica, la maturazione della capacità di immedesimazione sia sempre stato un aspetto prezioso. Perciò una domanda che mi pongo sempre nel preparare le lezioni è: cosa favorisce la loro immedesimazione?

Ho solo degli spunti a riguardo ma ritengo che certamente due siano i punti da avere presenti.

La cura dell'argomentazione

Quando gli alunni leggono un problema la prima tentazione è quella di *giocare* coi dati, cercare le formule e girarle in modo da ottenere il risultato. Invece la prima azione da fare è immaginare e descrivere ciò che si ha davanti, innanzitutto descrivere usando le parole della nostra lingua madre e poi modellizzare matematicamente. Nei moti, per esempio, chiedere di disegnare i grafici spazio-tempo e velocità-tempo li costringe a capire veramente di cosa si sta parlando. Nella successiva modellizzazione (sembra banale!) una delle fatiche è costringerli a *denominare le cose*. Adoperare una certa lettera per indicare una certa grandezza e un'altra per indicare una grandezza che è diversa dalla prima (per esempio posizione o spazio percorso) è il primo passo verso la comprensione. La risposta alla domanda del problema viene da sé.

Argomentare significa anche cercare le ragioni delle cose che dico, perché i ragazzi non sono diversi da me; essi hanno bisogno di essere convinti di quello che studiano e quindi ricavo e dimostro tutto ciò che è necessario ricavare e dimostrare senza patetiche semplificazioni.

Lo sviluppo storico della fisica

L'altro aspetto interessante, che favorisce il nesso tra il particolare e la totalità, è avere presente lo sviluppo storico della fisica. Non significa dover necessariamente insegnare la fisica seguendo lo sviluppo storico ma avere la consapevolezza che certe questioni sono state capite prima di altre e che c'è sempre un problema che apre a una nuova scoperta. Per me è stato utile per mettere a fuoco le ragioni di certe azioni, per ripercorrere gli esperimenti da proporre, per capire da dove sono nate certe scoperte e la necessità di certe indagini e per costruire percorsi comprensibili nelle ragioni.

Il problema non è imparare tutto ma educare la ragione a un rapporto profondo e maturo con un dato della realtà cogliendo tutte le occasioni significative e tutti gli strumenti adatti ad approfondire la conoscenza del reale.

La conoscenza scientifica riveste grande importanza nel mondo contemporaneo; la scienza permette di comprendere fenomeni altrimenti inconoscibili, ma non dobbiamo dimenticare che le scienze sperimentali sono *una* forma di conoscenza della realtà naturale, non l'unica.

Poiché l'oggetto della scienza (la realtà naturale) è complesso e la scienza non può trovare, né troverà mai, spiegazione per *ogni* esperienza umana; l'educazione della ragione nostra e dei nostri alunni non è un'impresa che si possa affidare a un unico ambito: ha bisogno di un lavoro comune da parte di tutti i docenti di una classe. La riflessione sul linguaggio, per esempio, aiuta a guadagnare capacità di analisi anche nell'osservare un fenomeno, rende più consapevoli anche di fronte a una dimostrazione matematica, diventa un vero e proprio strumento di comprensione.³

Paola Balzarotti

(Insegnante di Matematica e Fisica al Liceo scientifico "Don Gnocchi" di Carate Brianza)

Note

¹ Victor Weisskopf, *Il privilegio di essere un fisico*, Jaca Book, Milano 1994.

² Max Planck, *La conoscenza del mondo fisico*, Bollati Boringhieri, Torino 1993.

³ L'articolo fa riferimento all'intervento che l'autrice ha tenuto al *Seminario sull'insegnamento della fisica nei licei* organizzato dall'Associazione Culturale "Il rischio educativo" di Milano, coordinato da Maria Elisa Bergamaschini.

