

Laboratorio del
Corso di Perfezionamento in
“Strategie didattiche per la promozione di
un atteggiamento positivo verso la matematica e la fisica”

Una riflessione sui libri di testo di fisica *a chiacchiera con Alfio Pelli*

Leonardo Gnesi

sezione A.I.F. di Pisa - Liceo Scientifico G. Marconi, San Miniato (PI)

1 Manuale?

Per la quasi totalità degli studenti, il primo contatto con la fisica avviene al biennio della scuola superiore, e come tutti i primi contatti, è buona regola che avvenga nel migliore dei modi, possibilmente suscitando interesse e curiosità, e mostrando quanto la fisica sia diversa dalle altre materie scolastiche, non solo nei contenuti, ma soprattutto per i metodi che la caratterizzano e i modi in cui *si fa* fisica e i modi in cui *si apprende*.

Sembrerebbe quindi essenziale la scelta del *miglior* libro di testo, che possa fornire allo studente tutte le conoscenze che di cui possa aver bisogno. Sembrerebbe, sempre che l'atto di leggere un libro di testo – o “studiare”, come si diceva un tempo – sia la *miglior* strategia didattica per chi, a quell'età, si avvicina alla fisica. Confesso che di questo non sono affatto convinto. Se infatti ripenso alla mia esperienza, con certezza posso dire che non mi sono certamente innamorato della fisica leggendo un manuale.

manuale

1. Della mano; lavoro fatto con le mani (spesso contrapposto a *intellettuale*);
2. Libro in cui sono raccolte ordinatamente le nozioni fondamentali di una scienza.

Candidamente, il Dizionario Italiano Sabatini–Coletti svela il senso del mio ragionamento provocatorio che potrebbe essere, unificando le due definizioni date: il manuale di testo ci esenta da un'attività intellettuale, perché raccoglie le nozioni scientifiche in maniera ordinata.

La scienza non nasce in maniera ordinata, e senza scomodare filosofi del calibro di Feyerabend, basta ripercorrere le tappe di qualsiasi “scoperta” scientifica per rendersene conto. La fisica è *fatta* di ipotesi sbagliate e di calcoli scorretti (attività intellettuali, di cui non vi è traccia nei *manuali*) e di esperimenti incompresi. *Fatta*, appunto.

2 Fare fisica

La fisica è aderente alla vita vissuta: non è la stessa cosa, ma ci sta attaccata, come il muschio alla corteccia di un albero. Tra fare fisica e studiare fisica vi è la stessa differenza che ci può essere tra andare allo zoo e leggere le descrizioni sull' enciclopedia degli animali. E' una differenza sostanziale, e lo è a maggior ragione per gli studenti di 14-15 anni. Nella proposta che sostengo, la fisica si presenta in maniera molto diversa dalle altre materie: a differenza di queste, non si studia e basta, si pratica, si vive, giorno per giorno si costruisce a partire da pochissime abilità iniziali. Non si introducono concetti che non siano aderenti alla vita vissuta. Anzi, al contrario: si comincia prendendo confidenza con alcune vicende di vita vissuta, presentate in rigoroso ordine sparso, seguendo una precisa ipotesi di lavoro: il principio cibernetico del feedback, in cui l' *output* di un sistema complesso viene sommato algebricamente all' *input*, in modo da regolare la successiva produzione di output sia in amplificazione che in riduzione.

Muoversi nella complessità significa interrogarla sistematicamente, per recepire risposte mai definitive. Significa essere attenti a tutti i segnali che essa manda (...). Significa non potersi mai considerare definitivamente esperti, ma porsi nella condizione di chi impara costantemente a fronteggiare fatti e problemi sempre nuovi e irripetibili. (Piero Romei)

Di quale sistema complesso stiamo parlando? E' chiaro che sono finiti i tempi in cui il paradigma dell' insegnamento era il "vaso da riempire". Oggi si parla di *processo* di insegnamento-apprendimento perché l' uno e l' altro si alimentano dinamicamente e reciprocamente. E' il paradigma figlio del tempo in cui viviamo, e sarebbe anacronistico quanto dannoso per l' educazione dei nostri alunni non tenerne conto. Ed è un paradigma inconciliabile con l' idea di insegnamento come quella di una persona magari anche onesta e preparata che parla di fisica per un' ora ed assegna n pagine del manuale da leggere ed m esercizi da fare a casa propria. Oggi semmai succede l' esatto contrario: se l' insegnante è bravo, fa una bella lezione, è coinvolgente, allora qualche studente -tra i più motivati- va ad approfondire da solo l' argomento sul libro. Dove per altro non è detto che vi trovi le risposte che cerca.

Siamo probabilmente attaccati a questa idea anacronistica di studiare la fisica perché l' abbiamo sperimentata tutti, almeno all' università. Ma, appunto, avevamo *scelto* di studiare fisica. E comunque, anche in questo caso, non ci è bastato leggere un manuale: quante volte abbiamo consultato altri testi, articoli originali, colleghi ed amici, perchè sentivamo inadeguata la spiegazione che ci veniva fornita dal libro di testo?

E' forse chiaro a questo punto che per "partire dagli studenti", e soprattutto "portarseli dietro" man mano che si procede, probabilmente quella di seguire strettamente o appoggiarsi pesantemente al libro di testo non è la via migliore. Innanzitutto i libri sono concepiti con una loro propria logica che in generale non coinciderà con l' idea della costruzione libera delle lezioni a partire dal feedback. Inoltre i libri di testo seguono argomenti in maniera molto standard, procedendo "per capitoli canonici" della fisica. Quest' ultimo fatto ha una rilevanza notevole secondo me: ci si appassiona leggendo un libro

giallo perchè ci aspettiamo che vi sia una struttura da rispettare: un crimine, delle investigazioni, ed infine lo smascheramento dell' assassino; allo stesso modo si trova appagante sentire un blues di Charlie Parker che, dopo aver presentato il tema iniziale improvvisa su strutture armoniche note e risolve sul chorus per chiudere. Nei manuali di fisica questo non accade: gli argomenti sono accostati l' uno all' altro, spesso incoerentemente, mancando un filo conduttore.

In alcuni testi, e forse non è un caso che si tratti di manuali disponibili *on line*, e quindi lontani dalle logiche editoriali e più attenti ad una didattica innovativa, in realtà tale filo conduttore esiste ed è molto ben visibile:

- Si tratta ad esempio del dualismo onda-corpuscolo nel testo di Benjamin Crowell, *Light and Matter* disponibile su WWW.LIGHTANDMATTER.COM;
- Si tratta oppure del concetto di corrente nella serie di F. Herrmann *La fisica di Karlsruhe* su WWW.PHYSIKDIDAKTIK.UNI-KARLSRUHE.DE/KPK/MATERIALFREMD.HTML.

C'è anche il fatto che i libri di testo tendono a presentare il maggior numero consentito di argomenti, dove per "consentito" si intende permesso da esigenze editoriali e commerciali, non certamente da considerazioni pedagogiche. Una delle grandi novità introdotte da corsi come il PSSC, il PPC, eccetera fu proprio quella di dare un "taglio" peculiare alle susseguirsi degli argomenti. Senza la pretesa di coprire tutto, ma cercando di costruire su basi più solide.

Infine c'è anche il fatto che leggere un libro è un' attività che gli studenti fanno da sempre, e che viene loro richiesta in tutto il corso di studi, in ogni materia, con risultati certamente molto variabili dal punto di vista di ciò che imparano. Quel che è sicuro è che raramente questa viene vissuta come un' attività divertente. Se la fisica può farne a meno, è bello, la distingue dalle altre materie, la rende quasi un' attività non scolastica, tipo un gioco avvincente in cui si progredisce "senza studiare". Studiare, inteso nel senso tradizionale: nella fisica le cose devono essere capite, non c'è da ricordare a memoria, le cose devono essere fatte (osservazioni, esperimenti, calcoli) e devono essere pensate (domande, risposte), non c'è da curvare sui libri **se non** quando se ne ha voglia, quando se ne sente la necessità, quando ci si rende conto che il libro è *una* risorsa utile per imparare. A proposito, tutti i libri perdono pagine e pagine a descrivere minuziosamente il *metodo scientifico*.. ma che senso ha studiarlo su un libro? Il metodo si impara facendo, sarebbe come se un falegname si ritenesse un liutaio perché ha letto come si costruisce un violino, pur senza averlo mai fatto.

Ecco dunque il mio punto di vista: non c'è niente di male nel leggere il libro di fisica, tutt' altro, quella di apprendere leggendo è una delle abilità più importanti. Ma è bello per gli studenti sapere che non è obbligatorio, che possono farlo o non farlo. E così è bene non partire dall' inizio con il libro, ma *consigliare* di leggerlo gradualmente, magari perchè qualcosa è stato solo accennato a lezione, o magari per avere un' altra versione dell' argomento fatto a scuola. Non si può delegare al solo testo la prerogativa di far capire la fisica, perchè altrimenti non si capisce di cosa parla la fisica, se del mondo reale o di un mondo simulato o chissaché.

3 Proposte per il biennio

La fisica al biennio deve essere caratterizzata dalla poca matematica necessaria per il formalismo; ma questo è lungi dall' essere un difetto. Se da un lato ovviamente con una matematica elementare si può affrontare solo un sottoinsieme di problemi risolvibili altrimenti con la matematica superiore, d' altro lato a dire il vero è notevole la quantità di fisica che si riesce a fare con pochissimi strumenti matematici, con in più –proprio grazie al formalismo elementare– una maggiore accessibilità alle idee della fisica.

Si può anzi partire dal calcolo numerico coi numeri interi da 0 a 10: già i numeri maggiori di dieci creano difficoltà, nel senso che magari gli alunni sanno perfettamente ripetere la storiellina del “prodotto tra due potenze con la stessa base è una potenza avente..”, ma che nessuno sa praticamente applicare con sicurezza. Ma non avrebbe senso cominciare a far fare equivalenze o calcoli con le potenze del 10 “a vuoto”, senza uno scopo immediato: piuttosto si fanno quei calcoli necessari per calcolare cose che suscitano curiosità o interesse.

Ad esempio, fornendo il valore del raggio terrestre (6400 Km), si può partire già dal primo giorno di scuola calcolando la superficie della Terra “a mano” e con la calcolatrice, introducendo così in colpo solo, rapido e motivato, l' uso del calcolo approssimato, l' errore percentuale commesso; si può introdurre la densità media di popolazione sulla Terra se fosse uniformemente abitata (si potrebbe anche dare la percentuale delle terre emerse, da cui stimare la percentuale delle terre abitate per avere un numero realistico). Inoltre si può proporre una domanda che ha una risposta che provoca stupore: “ se tutti gli abitanti della Terra –diciamo 5 miliardi– venissero messi uno accanto all' altro, senza spazi vuoti, in un cubo, che lato avrebbe questo cubo?” Osservando che una persona media ad esempio di 70 Kg occupa un volume di 70 litri, la risposta al quesito è un lato di circa 600-700 metri, e lo stupore è notevole perchè ci aspetteremmo un valore molto più grande! E volendo stupire ancora di più (stupire è qualcosa che nessun libro di testo potrà mai fare), si potrebbe dire la frase del divulgatore olandese Van Loon:

...se prendeste questo cubo e lo poneste in cima al Grand Canyon e poi lo faceste cadere di sotto... si udrebbe un tonfo sordo nelle acque del Colorado e stop, l' umanità sparirebbe e l' Universo non se ne turberebbe affatto, la Terra avrebbe solo un piccolissimo, trascurabile brividino e le stagioni, i venti, l' aria, il Sole, la pioggia, continuerebbero a susseguirsi come se niente fosse accaduto, e forse un secolo dopo, un poggio ricoperto di vegetazione indicherebbe il luogo in cui il fatto è accaduto, e tutto qui.

Trovo in generale molto positivo presentare la fisica in laboratorio, dove si può avere accesso sia agli strumenti, ma anche a computer, calcolatrici eccetera, così come pensa sia importante arrivare in classe muniti di materiali come: filmati, foto fatte *ad hoc* o ancora meglio se tratte da giornali, da internet, così come tabelle, articoli, eccetera, purché da questi possa sorgere spontaneamente una domanda. Ad esempio, si può arrivare a scuola con una foto del Sole e chiedersi come sia possibile da questa misurare il raggio del Sole. La foto del Sole può essere stata fatta ad hoc, oppure tratta da una pubblicità, come ad



Figura 1: La pubblicità presa da una rivista può essere un utile spunto di discussione!

esempio la figura 3. In questa foto, si sa che l' aereo ripreso è un boeing 747: con questa informazione, nella rete possiamo trovare le caratteristiche tecniche dell' aereo (figura 3) e ricavare dalla foto dati curiosi, tipo quanto distante si trovava l' aereo dal fotografo quando la foto è stata scattata. Dopo qualche giorno di lezione, quando si cerca di capire quali relazioni vi possono essere tra grandezze fisiche, non penso si debba essere legati necessariamente ad un "argomento": si può parlare di molle (legge di Hooke), ma anche di "legge del riempimento di un cilindro in funzione del numero di bicchieri d' acqua che vi rovescio", oppure l' ottica geometrica (ad esempio misurare l' area illuminata in funzione della distanza dalla lampadina); si può mostrare una tabella con i dati orbitali (periodo e raggio, vedi figura 3) dei pianeti del sistema solare e raccontare qualche storiellina introduttiva su Keplero (in genere le vite degli scienziati, se condite di dettagli coloriti ancorché insignificanti da un punto di vista scientifico, sono ascoltate con divertimento dagli studenti) per poi fare scoprire la terza legge come proporzionalità tra qualche potenza di T e di R . A seconda dell' interesse mostrato dalla classe, si possono affrontare questioni molto diverse tra loro, come la gravitazione universale, l' energia emessa dal Sole, i modelli in scala, fino a dove la fantasia e il tempo necessario permettono di spingersi. Anche prendere spunto da fatti di cronaca (come il rientro di navi spaziali sulla Terra, o come il peso di una collezione di soldatini di piombo...) In questa ottica di lavoro, risulta che il miglior libro di testo è... il quaderno dello studente! In esso si concentrano

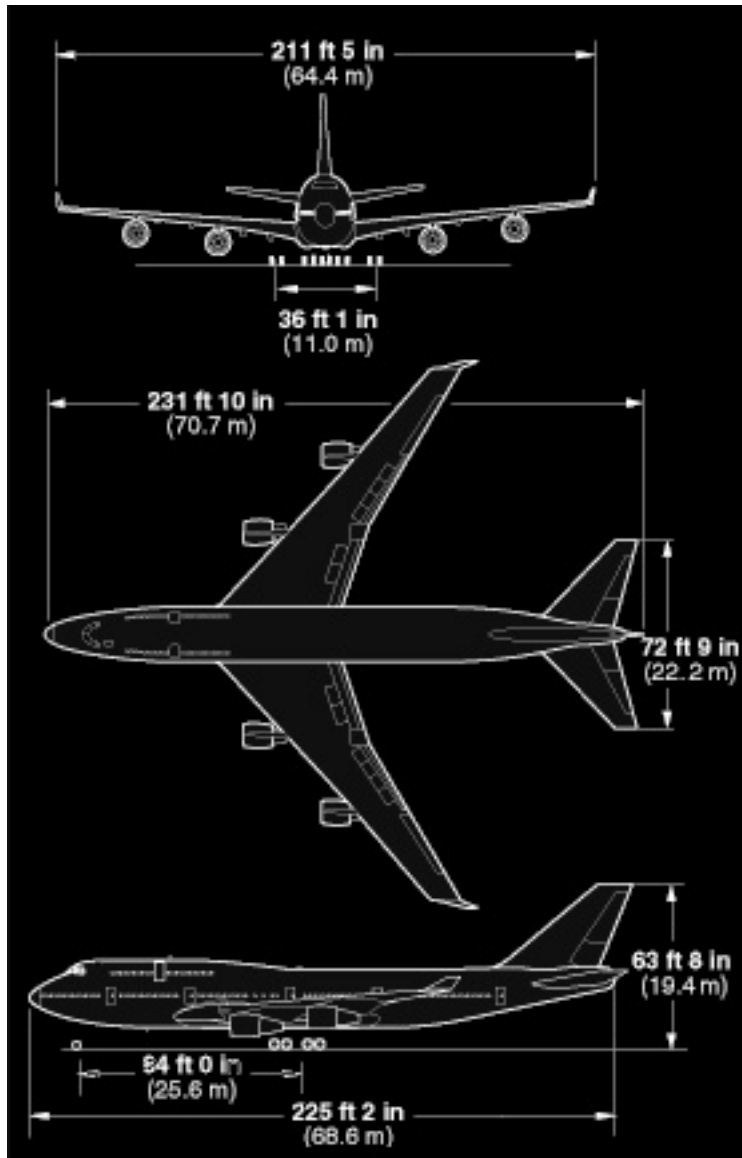


Figura 2: E' facile reperire su internet qualsiasi tipo di informazione, come le specifiche tecniche del Boeing 747.

Nome	#	Orbita	Distanza (000 km)	Per.Orb. (giorni)
<u>Sole</u>	-	-	-	-
<u>Mercurio</u>	I	Sole	57910	87,97
<u>Venere</u>	II	Sole	108200	224,70
<u>Terra</u>	III	Sole	149600	365,26
<u>Marte</u>	IV	Sole	227940	686,98
<u>Giove</u>	V	Sole	778330	4332,71
<u>Saturno</u>	VI	Sole	1429400	10759,50
<u>Urano</u>	VII	Sole	2870990	30685,00
<u>Nettuno</u>	VIII	Sole	4504300	60190,00
<u>Plutone</u>	IX	Sole	5913520	90800

Figura 3: Tabella con i parametri orbitali dei pianeti del sistema solare, scaricata da wikipedia.

materiali, schede eccetera fornite dal professore, magari fotocopie o stampe da internet di parti di libri di testo –ma perchè non wikipedia?– particolarmente illuminanti su certi argomenti. Ma anche e soprattutto gli appunti dello studente, trasposti “in diretta” dalla lezione del professore ed ancora meglio, quelli rielaborati personalmente. Attraverso la rielaborazione degli appunti, ognuno trova il proprio metodo di comprensione, offre la propria chiave di lettura degli argomenti trattati, magari con disegni, schemi, osservazioni, ricerche su internet del tutto personali. Alla fine dell’ anno ne risulterà un libro di testo del tutto particolare: il libro di testo del particolare alunno della particolare classe del particolare anno scolastico..

L’ insegnante dovrebbe perciò avere il ruolo di creare le condizioni per attivare lo studente: dare input essenziali e fornire materiali (in questo il professore deve essere un’ autorità! Ed in particolare, nella fase di scelta dei materiali, deve conoscere molto bene l’ ampia offerta disponibile di testi!).

Il libro di testo dovrebbe perciò ridursi a poche e chiare pagine. Si dovrebbe prendere spunto ad esempio dai paesi scandinavi (vedi il laboratorio di Clara Bertinetto sui libri di matematica finlandesi), in cui i volumi hanno un ridotto numero di pagine, i capitoli sono sintetici e incisivi, i problemi sono pochi ma scelti come formativi, vi è un esplicito momento dedicato alla riflessione da svolgere in solitudine (tipicamente, problemi o domande). In altre parole, i buoni libri di testo sono quelli che in nessun modo possono essere usati come testi su cui l’ insegnante prepara le lezioni. Sono quei libri in cui c’è

invece lo spazio per un'attività di integrazione e di spiegazione che l'insegnante può svolgere in tutta libertà, proprio perché non viene presentata per esteso e in dettaglio la teoria legata a quell'argomento o a quell'esercizio.

Il resto lo fa lo studente, stimolato a lavorare ed a ricercare in autonomia, e creandosi un proprio libro di testo, che è il proprio diario delle lezioni. L'insegnante si limita a creare le condizioni per attivare lo studente: essenziali input, fornisce materiali (fotocopie, problemi ecc) da altre fonti (in questo l'insegnante deve conoscere pregi e difetti di ogni testo già esistente), e lo lascia elaborare. Gli appunti così presi sono il libro di testo di ogni ragazzo. Alla fine dell'anno ognuno avrà fatto il proprio. L'insegnante potrà servirsene per organizzare le lezioni dell'anno successivo.