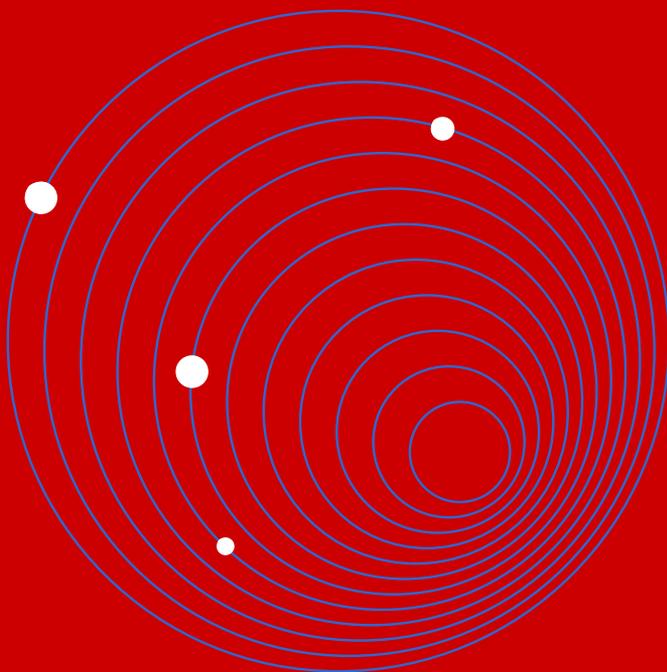


APPUNTI DI FISICA AUTENTICA

le basi per affacciarsi ai temi di fisica moderna



Appunti di viaggio
nella fisica dell'equilibrio

Un libro di fisica 'autentica' - attribuito il cui significato andrò a illustrare verso la fine - messo nelle mani di un lettore curioso e pur scolasticamente preparato, ma che associ alla fisica il *Big Bang* o le onde gravitazionali o il teletrasporto, lo troverebbe senza dubbio un prodotto da museo della fisica. L'invito a leggere temi di meccanica, di calorimetria e di ottica elementare gli suonerebbe come se a un astrofisico professore di una prestigiosa università degli *States* venisse proposto di sospendere la sua ricerca per rivolgere l'attenzione allo studio del moto rettilineo uniformemente accelerato, materia seicentesca contemplata in ogni libro di testo di fisica destinato ai bienni delle scuole di primo grado. Ebbene sarebbe sorpreso nel sapere che molti fisici impegnati in ricerche di frontiera nei loro libri di divulgazione scientifica seri partono proprio da temi apparentemente elementari.

Perché lo fanno? Perché non entrare direttamente nel cuore dei problemi della fisica del XXI secolo che tanto affascina l'uomo comune? Lo si capisce solo se pensiamo che trascorsero ben due millenni perché solo 400 anni fa un pisano di nome Galileo chiarì che il mezzo in cui si muove un grave non ha alcuna influenza sul moto se non quello di frenarlo ma che, tolto tale impedimento, il corpo continuerebbe a muoversi senza bisogno di alcun carburante per mantenerlo in movimento. Ebbene, questa intuizione dimostrata matematicamente e provata con l'esperimento, ha dato vita alla

scienza moderna fino a pensare all'esistenza delle leggi dell'invisibile profondo, alla particella di Higgs e all'esplosione delle Supernove.

Al giovane allievo dall'animo risonante al suono dei temi della grande fisica va detto che la via per giungere alla emozione di comprendere fenomeni esotici è stretta e obbligata e richiede uno sforzo di controllo della spontanea creatività. Agli altri, che la avvertiranno inizialmente come l'attraversata di un letto lastricato di braci ardenti, si chiede di credere che lo sforzo di 'farsi studiosi' verrà compensato dal guadagno di apprendere un metodo che riduce al minimo il ricorso alle sottili arti della persuasione verbale ma tutto si appoggia alla ragione onesta.

E veniamo ai contenuti. La Fisica non si limita a descrivere i fenomeni con proposizioni del linguaggio verbale più o meno complesse. Essa è una scienza quantitativa. Alle grandezze fisiche viene attribuito un valore numerico. Il numero o viene dedotto da relazioni tra le grandezze (il metro, il chilogrammo, il decimo di litro, etc) che talvolta chiamiamo leggi, o è un valore riportato da una misura.

Sebbene le teorie della fisica si possono divulgare senza l'uso di formule, un corso completo di Fisica non può ignorare la sperimentazione in laboratorio e successivamente il calcolo che deriva dalle leggi.

Nel mondo pre tecnologico digitale era fondamentale saper 'fare di conto' e conoscere le tabelline a memoria era di fondamentale importanza. Calcolare è ancora alla base di una scienza quantitativa e in fisica il calcolo riguarda sempre grandezze fisiche. Il calcolo automatico eseguito da una unità di programmazione se ci solleva dalla fatica di eseguire compiti ripetitivi dall'altro non sostituisce il giudizio sui risultati che è compito umano. Saper manipolare i numeri in fisica è ancora compito a nostro carico. Prima ancora di raggiungere il risultato, anche se raggiunto con pochi passaggi algebrici, dobbiamo avere un'idea dell'intervallo di approssimazione, dell'ordine di grandezza e della dimensione e scala del risultato. Forniamo alcuni esempi per capire.

Un elaboratore non è in grado di modificare i parametri interni se quelli fisici hanno subito una deriva. Ad esempio un sensore potrebbe perdere la linearità della risposta agli estremi del campo di variabilità della grandezza fisica temperatura. Se inserisco un numero con un ordine di grandezza in più nel parametro distanza Terra e Luna l'elaboratore può non sapere che è a quella distanza che mi riferisco e non a altre distanze astronomiche. L'interpretazione di un risultato in chilogrammi. Quale significato attribuire al risultato in peso: chilogrammi massa o chilogrammi forza?

I progressi tecnologici e le scienze cognitive potrebbero un domani riuscire a delegare ad automi dotati di 'intelligenza

artificiale' scelte che oggi dipendono da input umani ma rimarranno sempre impraticabili ad un automa per quanto intelligente i campi delle domande che possiamo chiamare d'ambiente. La filogenesi umana ha condotto la specie *Homo Sapiens* lungo uno dei tanti percorsi che la casualità avrebbe potuto spingerci, financo all'estinzione anticipata, e che invece ci ha portato a diventare materia organica consapevole. L'ambiente in cui viviamo sia naturale che artefatto è un esito di processi di adattamento e selezione casualmente determinato. Nei processi naturali l'uomo moderno ha inserito la cultura come uno dei fattori di accelerazione del cambiamento. La cultura condiziona fortemente l'ambiente in cui viviamo e ci ha reso consapevoli dell'interdipendenza con le leggi naturali. Ma se siamo arrivati a pensare scientificamente la storia delle nostre società è anche perché alcuni acuti esponenti del genere *Homo Sapiens* hanno saputo porre le 'giuste' domande alla natura. La scienza moderna si è sviluppata non solo appoggiandosi all'intelligenza speculativa ma anche a quella pratica dell'esperimento. La curvatura di questo pensiero sulla didattica ci porta a considerare che si può fare molta buona fisica senza il ricorso al laboratorio ma senza un minimo di pratica del laboratorio non si riesce a misurare la distanza che corre tra la misura e il dato teorico, ovvero si perde l'occasione di capire il mestiere dello scienziato.

L'esperimento ci pone davanti al numero, non si scappa. Siamo costretti a interpretarlo e a inserirlo nel discorso scientifico. Ma l'esperimento perché sveli tutte le sue potenzialità deve risolversi nella 'sensata esperienza', ovvero deve essere preceduto dal lume dell'intuizione corredato da 'certe dimostrazioni'.

Perché ho dato ai contenuti del libro l'etichetta di 'autenticità'? Forse perché all'altra fisica, quella etichettata genericamente come moderna, manca questo attributo?

Non è un titolo originale come non lo è nessuno dei titoli di libri di testo. Avrei potuto chiamarla diversamente fisica antica – considerata che tutta la fisica del Novecento è chiamata moderna-, fisica del quotidiano – considerato che si parla di fenomeni che percepiamo nel modo in cui siamo immersi giorno per giorno, fisica elementare – perché introduce gli strumenti di base per poter leggere i grafici, fare calcoli numerici e algebrici e risolvere i primi esercizi – e tanti altri titoli certamente.

Ma è al significato che attribuisco allo stile e ai contenuti che mi riferisco. Esso è duplice..

In primo luogo è stato scritto pensando molto alle scuole parificate che spesso vengono frequentate da studenti che soffrono di disturbi dell'apprendimento. Il successo formativo deve venir perseguito tanto dagli allievi in ritardo quanto dalle eccellenze distinti, ovviamente, dal voto finale. Si tratta allora non tanto di

insegnare la fisica quanto di 'usare' la fisica per formare l'allievo fornendogli quegli strumenti che gli consentano di capire e quali valori la fisica promuove e come lavora il fisico di professione. Numerose esperienze provano l'efficacia in questo senso dell'approccio interdisciplinare dei temi riorganizzati sulla base della preparazione media della classe e nel rispetto della maturità pedagogica degli allievi.

I temi del libro rivelano un approccio costruttivista che tiene conto che lo studente non è un contenitore vuoto da riempire ma le idee di senso comune che porta a scuola sono 'autentiche' procedure di apprendimento da cui bisogna partire. La rimozione per essere efficace deve agire dolcemente e uno dei mezzi consiste nella narrazione di storie, preludio alle esercitazioni materiali e alla pratica. Questo è un aspetto originale del testo.

In seconda battuta un programma di fisica autentica ha il minor contenuto di filtri tra l'osservatore e la realtà. Gli scienziati che hanno formulato le leggi in campi che abbiamo raccolto sotto l'etichetta di meccanica, calore e luce furono indagati con i sensi e sperimentati con materiali che oggi definiamo poveri e pure nella loro realizzazione rivelatori di pensiero scientifico. Basta pensare alla leva per lo studio dell'equilibrio, il piano inclinato per lo studio del moto, il barometro per lo studio della pressione, il termometro per lo studio del calore, il prisma e la lente per la luce e tantissime altre.

Oggi aule e laboratori sono dotati di attrezzature informatiche che addirittura hanno superato il concetto di risorsa personale per diventare risorsa di rete ampliando enormemente la capacità comunicativa e cooperativa. Ma la pervasiva presenza della tecnologia informatica se da un lato consente di velocizzare alquanto l'operazione di raccolta dati, ricerche bibliografiche, compiere simulazioni e osservazioni remote, visioni in diretta di esperimenti e quant'altro, dall'altro è una interfaccia che 'filtra' i dati reali privandoli di quella 'autenticità' che solo il contatto con i sensi possono dare.

Per tutti gli altri che possono trovare arretrata questa proposta, appunto perché richiede un minimo di utilizzo della tecnologia di rete e informatica, rimane la fisica come palestra attrezzata per chiudere il cerchio ipotesi, teoria e esperimento e ... a mantenere allenato quel tanto di roba che nel cranio ci permette di intrattenerci felicemente con i nostri pensieri.