

## SULLO STUDIO/INSEGNAMENTO DELLA FISICA – pensieri improvvisi

La fisica è un metodo di conoscenza della realtà che nasce dallo stupore per l'esserci delle cose. Di quale aspetto della realtà si occupa? Dell'aspetto quantificabile, misurabile. Ha quindi a che fare coi numeri.

Spesso usiamo i numeri, ma non ci rendiamo conto del loro effettivo “valore”. Un milione: chi non sa cosa sia un milione? Chi non sogna di guadagnare un milione di euro? Ma cosa vuol dire un milione? Quanto ci si impiega a contare sino ad un milione, per esempio, senza correre, pronunciando bene tutte le sillabe? “Uno, due, tre ..millequattrocentodue... ....duecentomilasettecentoventotto.... un milione”! Quanto tempo è passato? Se fate un rapido conto scoprite che ci impieghereste quasi un mese! E quanto tempo richiede contare sino ad un miliardo? Basterebbe una vita? Certamente no, provare per credere.

Ma diamo un po' di numeri. La nostra amata terra ha un diametro medio di circa 12800 km, e percorre un'orbita ellittica attorno al sole alla velocità di circa 30 km al secondo (poggiamo su una palla da fucile che si muove nel cosmo a 100.000 km all'ora!!) . La luna dista da noi circa 384.000 km. Il sole 150 milioni di km. La stella più vicina 4 anni luce (la distanza percorsa dalla luce in quattro anni, cioè circa 40.000 miliardi di km!). Il sole ha un diametro medio di circa 1.390.000 km, ed è considerata una stella di piccole dimensioni. Antares, ad esempio, è un astro dal diametro quasi mille volte il diametro del sole! La nostra galassia, la via Lattea, è costituita da miliardi di stelle. E nell'universo ci sono miliardi e miliardi di galassie. Al loro interno temperature che raggiungono il milione di gradi centigradi. Avere queste informazioni, conoscere questi dati numerici, non depaupera affatto l'emozione che si prova nel guardare di notte il cielo stellato. *“Una conoscenza scientifica in realtà dilata il senso di meraviglia, di mistero, di ammirazione suscitati da un fiore. La scienza può solo aggiungere; davvero non vedo come e che cosa possa togliere.” (Richard Feynman)<sup>1</sup>.*

Non minor fascino esercita l'esplorazione del mondo microscopico, atomico e subatomico, che continua a destare nei fisici contemporanei domande e interrogativi. L'affascinante e incessante dialogo tra i ricercatori e gli sciami di particelle che sembrano costituire la materia ordinaria, documenta che tanto più ci si inoltra nella ricerca dell'infinitamente piccolo tanto più cresce lo stupore per quel che la natura di sé misteriosamente e generosamente svela. Il senso di meraviglia non è destinato ad arrestarsi durante l'avventura conoscitiva, ma si approfondisce tanto più ci si addentra nell'esplorazione del mondo reale.

*“La ragione dunque, svelando le cause dei fenomeni o le leggi che li descrivono, non contraddice la mossa affettiva da cui era partita, ma la rilancia. E infatti l'avventura scientifica prosegue, di domanda in risposta, in nuova domanda; almeno finché ci sarà un soggetto umano sufficientemente incuriosito e appassionato alla corporalità delle cose. Credo che questo sia un aspetto culturalmente rilevante a riguardo della ragione alle prese con la scienza. La spiegazione scientifica intesa da una ragione aperta non*

---

<sup>1</sup> Richard Feynman, Il piacere di Scoprire, Adelphi

*conduce a una riduzione della realtà, ma è un possibile approfondimento del rapporto con essa. La percezione della bellezza non è circoscritta ma esaltata dalla conoscenza delle leggi di natura: essa rappresenta un'occasione per accrescere l'intensità del carattere estetico del reale*" (Marco Bersanelli)<sup>2</sup>.

*"Lo studio e la ricerca della verità e della bellezza è un'attività in cui è lecito rimanere bambini per tutta la vita"* diceva Einstein.

Non vi è nulla di sentimentale o di romantico nell'affermazione di quello che è certamente il più grande scienziato di tutti i tempi.

La posizione del bambino è la posizione di una ragione aperta, spalancata alla realtà, disposta a sottomettersi all'esperienza, a piegarsi al dato, a guardarlo con pazienza e circospezione, a interrogarlo, a decifrarlo in modo scevro da preconcetti.

*"Non so come io appaia al mondo, ma per quel che mi riguarda mi sembra di essere stato solo come un fanciullo sulla spiaggia che si diverte nel trovare qua e là una pietra più liscia delle altre o una conchiglia più graziosa, mentre il grande oceano della verità giace del tutto inesplorato davanti a me"*. (Isaac Newton)<sup>3</sup>

La fisica risponde così ad un'esigenza strutturale dell'uomo, che è quella di conoscere e di vivere in modo consapevole la realtà che lo ospita. *"Se guardo il cielo, opera delle tue dita, la luna e le stelle che tu hai fissate, che cosa è l'uomo perchè te ne ricordi, e il figlio dell'uomo perchè te ne curi?"* ( Salmo 8).

Senza voler svalutare le conoscenze che erano già diffuse nel mondo greco – si legga a proposito *"La rivoluzione dimenticata"*, di Lucio Russo - e senza dimenticare il prezioso lavoro di personaggi troppo poco citati quali Nicola d'Oresme, vescovo di Lisieux – che è stato il primo ad intuire, tra l'altro, che fosse possibile rappresentare graficamente una funzione - la scienza fisica getta le sue fondamenta nel 1600 grazie all'opera di Galileo e Newton. Sarebbe interessante poter approfondire i fattori storici che contribuirono alla sua nascita e sviluppo.

Galileo intuisce che *"La Filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'Universo), ma non si può intendere se prima non si impara a intender la lingua, e conoscere i caratteri, nei quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto"*.<sup>4</sup>

Molto si è scritto su questa asserzione galileiana, varie sono le sue interpretazioni.

*"Per lui la natura è un libro scritto con caratteri matematici da interpretare, la cui lettura si esegue sperimentando. E sperimentare significa isolare il fatto naturale che interessa, riprodurlo con adeguata attrezzatura e descriverlo con relazioni matematiche, quelle che ancor oggi (molto impropriamente) son dette leggi fisiche.*

*Per descrivere matematicamente un fatto naturale si devono organizzare delle*

<sup>2</sup> *Prolusione all'inaugurazione dell'Anno Accademico tenuta a Milano il 15 febbraio 2005*

<sup>3</sup> *Isaac Newton, Philosophiae naturalis principia mathematica, 1687*

<sup>4</sup> *Galileo Galilei, Il Saggiatore*

*operazioni di misura, quelle stesse che hanno costituito il punto di partenza della formalizzazione dell'antica "geo-metria" (letteralmente, geometria significa misurazione del terreno). Ed è proprio questo nuovo atteggiamento di fronte ai fatti della natura la posizione rivoluzionaria del Galilei, che modifica l'antica ricerca del "perché" avvenga un dato fenomeno, nel "come" si svolga. E' per questo che egli ha eseguito misure, ha tentato di eseguirne nei più svariati campi della fisica: dal moto di caduta libera e rallentata dei gravi, a quello di un corpo lanciato come proiettile; ha costruito uno strumento per il rilevamento delle variazioni di temperatura, ha misurato la velocità del suono e tentato la misura della velocità della luce; ha costruito cannocchiali e li ha puntati verso lo spazio celeste per capirne i segreti seguendo le più rivoluzionarie idee del suo tempo.*"<sup>5</sup>

Non è azzardato cogliere nel metodo di ricerca dello scienziato pisano, alcune analogie con i procedimenti propri dell'indagine geometrica. Dal principio di scomposizione dei moti, al metodo della variazione continua e correlata dei parametri descrittivi un fenomeno, si ritrovano con facilità e sicurezza alcuni momenti dello studio della geometria.

*"Ponendo come punto di partenza per la sperimentazione, la misurazione, egli ha scoperto che le procedure istituite dalla geometria per lo studio delle proprietà delle figure, potevano essere generalizzate ed impiegate per quantificare, con opportuni parametri, tutti i fenomeni fisici riproducibili per mezzo di apparati acconci allo scopo"* (Carlo Succi).

Koyrè direbbe che con Galileo si passa dagli utensili degli antichi, agli strumenti dei moderni. *"Un utensile è qualcosa che – come aveva scorto bene il pensiero antico – prolunga e rinforza l'azione delle nostre membra, dei nostri organi sensibili; qualcosa che appartiene al mondo del senso comune e che non può farcelo superare. Questa invece è la funzione dello strumento, il quale non è un prolungamento dei sensi, ma nell'eccezione più forte e più letterale del termine, incarnazione dello spirito, materializzazione del pensiero. La lente di costruzione olandese è per un interesse pratico: essa ci permette di vedere ad una distanza che supera quella della vista umana, ciò che le è accessibile ad una distanza minore. Non vuole andare più in là, non la usano per scrutare il cielo. E', al contrario, per bisogni puramente teorici, per attingere ciò che non cade sotto i nostri sensi, per vedere ciò che nessuno ha mai visto, che Galileo ha costruito i suoi strumenti"*.<sup>6</sup>

Galileo costruisce strumenti allo scopo di reiterare l'osservazione dei fenomeni e di interrogare la natura in modo che possa dare risposte comprensibili all'uomo. Questo è forse il contributo più significativo del suo lavoro. La realtà diventa intellegibile e compito dello scienziato geniale è quello di formulare domande adeguate che scaturiscono dalla provocazione della realtà. Nasce in questo periodo il dialogo tra il mondo fenomenico e il ricercatore, che non può rinunciare al desiderio di penetrare il mistero dell'essere, attraverso un lavoro paziente, fatto di tentativi,

---

<sup>5</sup> Carlo Succi, Ramiro Rampinelli

<sup>6</sup> Alexandre Koyrè, Dal mondo del pressapoco all'universo della precisione, Einaudi Scienza

osservazioni, misure, e non di rado anche errori. “*Se ho fatto qualche scoperta di valore, ciò è dovuto più ad un’attenzione paziente che a qualsiasi altro talento*”, dirà Newton. Quale senso di meraviglia avranno provato i primi scienziati moderni nello scoprire la corrispondenza tra le leggi della natura e le strutture del pensiero dell'uomo, che cioè gli oggetti matematici potessero essere utili per interpretare correttamente i fenomeni naturali. Che emozione avrà provato Newton quando ha toccato con mano che le traiettorie possibili di un punto materiale nello spazio sono le coniche ricavate quasi per gioco da Apollonio duemila anni prima!

*“Riflettiamo ora su cos’è la matematica: di per sé è un sistema astratto, un’invenzione dello spirito umano, che come tale nella sua purezza non esiste. E’ sempre realizzato approssimativamente, ma - come tale - è un sistema intellettuale, è una grande, geniale invenzione dello spirito umano. La cosa sorprendente è che questa invenzione della nostra mente umana è veramente la chiave per comprendere la natura, che la natura è realmente strutturata in modo matematico e che la nostra matematica, inventata dal nostro spirito, è realmente lo strumento per poter lavorare con la natura, per metterla al nostro servizio, per strumentalizzarla attraverso la tecnica.*

*Mi sembra una cosa quasi incredibile che una invenzione dell’intelletto umano e la struttura dell’universo coincidano: la matematica inventata da noi ci dà realmente accesso alla natura dell’universo e lo rende utilizzabile per noi. Quindi la struttura intellettuale del soggetto umano e la struttura oggettiva della realtà coincidono: la ragione soggettiva e la ragione oggettivata nella natura sono identiche”.*<sup>7</sup>

In questi ultimi decenni si è molto dibattuto sulle metodologie adeguate per insegnare fisica alle nuove generazioni, provocati dalla palese constatazione che i giovani faticano ad apprendere i contenuti delle discipline scientifiche. Ad onor del vero anche i docenti dell'area letteraria si lamentano di fronte ad una sempre più diffusa difficoltà ad imparare ad usare correttamente le più elementari forme di comunicazione, scritte e orali.

E' un periodo affascinante, di sfida, viviamo l'epilogo della scontatezza, il tramonto delle false ragioni, vediamo sotto i nostri occhi crollare come castelli di sabbia quelle che erano considerate fino a poco tempo fa granitiche certezze. Non è per nulla ovvio che uno studente impari quel che il docente spiega con tanto piglio in classe; e difendersi dietro ad un semplicistico: “*Non hanno voglia di fare niente*”, oltre ad essere falso, non contribuisce a risolvere il “problema”. Le acute analisi di sociologi, psicologi e pedagogisti non forniscono ancora di salvezza, ma servono al più ad acquietare la coscienza di chi si espone in prima persona in ambito educativo, giustificandone l'insuccesso, e a dare ossigeno a lamenti e rassegnazioni.

Quando l'Europa venne invasa dai barbari, fu il puntuale e meticoloso lavoro dei monaci a gettare le fondamenta di quella che sarebbe diventata la nuova civiltà.

Il panorama è cambiato, ma la questione di fondo è la stessa. Occorre che ci si riappropri delle proprie discipline, dei loro fondamenti epistemologici, e, soprattutto, della consapevolezza della loro valenza educativa.

---

<sup>7</sup> Benedetto XVI ai giovani della diocesi di Roma, 6 aprile 2006

La scuola come istituzione brancola nel buio. Ricattata da problematiche sindacali e logorata da troppa burocrazia, è ormai dimentica di se stessa, delle proprie origini, dello scopo per cui è nata. Gli studenti, anche i più determinati, si trovano spesso di fronte ad un ventaglio di discipline senza nessi tra loro, e non ne comprendono, al fondo, l'utilità. Sebbene siano nate come punti di vista differenti per conoscere la realtà, il loro sviluppo le ha portate ad essere autoreferenziali, tese quasi più a nascondere l'essere che a tematizzarlo e focalizzarlo. Ma i giovani crescono, maturano, aumentano la loro autocoscienza se impegnati nel rapporto con il reale, non con delle materie così impostate. Gli studenti, i nostri studenti, hanno bisogno di realtà e vogliono conoscerla, ed è questa la ragione per cui preferiscono spesso quel che c'è fuori dalla scuola, considerata sempre più luogo di contrizione.

Senza voler mettere in ombra il prezioso contributo di alcuni pedagogisti, ritengo che una didattica vincente debba presentare la disciplina semplicemente per quello che è, e aiutare gli studenti ad intercettare il senso di meraviglia che hanno provato i pionieri dell'indagine scientifica, con la loro stessa brama di conoscere. La vera risposta all'emergenza educativa che stiamo vivendo non è semplificare le cose, trattando i ragazzi come fossero portatori di handicap, ma renderle vere.

Non servono maghi e affabulatori, che per avere consensi presentano la fisica con spettacoli pirotecnici che rivelano presto la loro natura di fuochi di paglia, incapaci di fare ardere il cuore degli alunni cui si rivolgono.

Gli studenti seguono un docente se vedono che è mosso, provocato da quel che racconta.

Ma perchè è ragionevole insegnare fisica? Che contributo può dare questa disciplina alla formazione di un ragazzo?

E' utile, perchè contribuisce alla conoscenza del mondo e del nostro posto in esso, risponde quindi ad una profonda esigenza umana, che è quella di conoscere sé e il proprio destino. Nello specifico educa ad osservare, a porsi delle domande, a dare delle ipotesi interpretative ragionevoli, a verificarle (in un mondo in cui quel che vale non sono i fatti, ma le interpretazioni, il momento della verifica è importantissimo!).

In fisica è necessario assecondare e obbedire ai dati, alla natura delle cose, a come sono fatte. Ha scritto recentemente lo studioso francese Jean Danielou: *“Gli elementi positivi della cultura di oggi si trovano nel campo della scienza. Le discipline scientifiche implicano una formazione mentale che, se considerata nella sua totalità, porta a una conoscenza profonda del reale. Gli uomini di scienza hanno senso dell'obiettività. La scienza non è un campo nel quale si possa dire o fare qualunque cosa: vi è sempre un oggetto che ha la sua resistenza. Con questo non voglio dire che l'oggetto non ponga resistenza anche nel campo letterario; io credo infatti che una seria vocazione letteraria sia altrettanto rigorosa della scienza; in effetti è orientata ad esprimere certe forme del reale. Ma in questo ordine del reale si difende con minor vigore, perchè è meno fisico, apparentemente più plastico, più suscettibile di essere manipolato. E' significativo che oggi siano proprio alcuni spiriti scientifici a trovare, tramite e non nonostante la scienza, la strada che porta alla metafisica, cioè a qualcosa che supera la scienza. E dicendo questo so di essere in contrasto con un certo numero di*

*miei confratelli i quali ritengono ribelli alla metafisica gli spiriti scientifici. A mio avviso, uno spirito scientifico, se assolutamente onesto, arriverà a conoscere che la sua scienza lo porta a supporre un aldilà di questa scienza. La scienza manifesta con evidenza che il reale è intelleggibile, cioè che la realtà che essa studia obbedisce a leggi che sono intelligenti....”<sup>8</sup>.*

E' interessante l'apertura cui accenna ad un “aldilà di questa scienza”, che non è prodotto da una strategia, ma è intrinseco alla dinamica conoscitiva stessa (l'oggetto che ho davanti rimanda inevitabilmente ad un oltre, per sua natura).

*“La più bella e profonda emozione che possiamo provare è il senso del mistero. Sta qui il seme di ogni arte, di ogni vera scienza”* sosteneva Einstein.

I giovani hanno bisogno di vivere questa “bella e profonda emozione”, che non si comunica per descrizione ma si diffonde, piuttosto, come le più alte forme di conoscenza, per invidia.

*“Einstein diceva che ‘chi non ammette il mistero insondabile non può essere uno scienziato’. Forse oggi ci stiamo accorgendo del valore profetico di questa affermazione: si nega il mistero, non ci sono più scienziati. Il venire meno dell’idea di mistero alla lunga svuota la realtà di interesse, fino a far cadere il gusto della materialità delle cose”<sup>9</sup>.* Una disciplina che non introducesse al mistero, non è degna della stima di un uomo, né tanto meno di un giovane studente. Perché, sempre citando Einstein: *“Chi non ha il senso del mistero, è un uomo mezzo morto”*.

Qui si gioca la grande sfida educativa di questo periodo. Senza degli adulti impegnati con il proprio destino, seri con la domanda di senso che caratterizza l'uomo, è improbabile che si possano educare alla responsabilità e alla libertà generazioni di studenti. Servono dei maestri, che altro non sono che degli adulti che abbiano il coraggio di dire “io”, che inizino a rischiare, che si domandino: “Ma quanto ci vorrà per contare sino ad un milione?” E scoprono il gusto dello stupore per l'imprevedibile risposta. Quello stupore che si comunica solo per invidia.

---

<sup>8</sup> Danielou Jean, La cultura tradita dagli intellettuali

<sup>9</sup> Marco Bersanelli, in La cultura scientifica nella scuola, a cura di Mario Gargantini, Marietti (2006)