

I - INTRODUZIONE

1 - CHE COSA E' LA FISICA?

Non esiste una definizione chiara di che cosa sia la fisica o di quali campi di indagine essa si occupi.

Fin dall'infanzia ognuno di noi osserva una straordinaria varietà di fenomeni, ossia di cambiamenti che hanno luogo continuamente nell'ambiente in cui viviamo. E ognuno di noi è portato continuamente a porsi tante domande, tanti "perché" ai quali vorrebbe poter dare una risposta. Perché vediamo la nostra immagine riflessa nello specchio? Perché si formano le immagini sullo schermo del televisore? Perché gli oggetti cadono a terra? Perché i satelliti non precipitano al suolo come i sassi?

Cercare di dare una risposta a queste e a infinite altre domande corrisponde a un bisogno istintivo che è anche antico quanto l'uomo.

La Fisica è la scienza che si propone di descrivere e comprendere i fenomeni che si svolgono in natura.

Che cosa intendiamo per "comprendere" qualche cosa? Possiamo immaginare che questo complicato apparato di cose in movimento che costituisce "il mondo" sia qualcosa di simile a una partita a scacchi giocata dagli dei, e che noi siamo spettatori della partita. Noi non sappiamo quali siano le regole del gioco. Tutto ciò che ci è consentito è di *osservare* lo svolgersi del gioco. Naturalmente se osserviamo abbastanza a lungo possiamo, alla fine, afferrare alcune delle regole. *Le regole del gioco* sono ciò che intendiamo per *fisica fondamentale*.

In realtà ora non le conosciamo tutte.

A parte il fatto che non conosciamo tutte le regole, ciò che in realtà possiamo spiegare con quelle regole è molto limitato, perché la maggior parte delle situazioni sono così estremamente complicate che non ci è possibile seguire le fasi della partita usando le regole, né tanto meno dire che cosa succederà. Dobbiamo quindi limitarci alla più fondamentale questione delle regole del gioco. Se conosciamo le regole, riteniamo di "comprendere" il mondo.

Pertanto la fisica non è un insieme di conoscenze complete e per sempre immutabili, ma è qualche cosa che cresce e anche si modifica. Spesso si aprono nuovi

campi di studio e fenomeni che apparivano indipendenti, senza alcuna relazione tra loro, si rivelano come aspetti diversi di un unico fenomeno più generale.

Uno degli scopi della Fisica è di scoprire le "regole" dell'universo in cui viviamo; alcune di queste regole si rivelarono sorprese sconcertanti per scienziati e filosofi. Infatti alcune scoperte furono così rivoluzionarie e così contrarie **al senso comune** che vennero accettate molto lentamente. Il senso comune è un prodotto della mente umana, non c'è ragione che Madre Natura sia ad esso obbligata.

Per esempio, ora non pensiamo che necessariamente $1+1$ sia uguale a 2 quando si ha a che fare con il mondo fisico.

Esempio 1: Composizione di velocità

Consideriamo una barca con $v_1=20$ Km/h rispetto all'acqua e il fiume che rispetto alla riva ha $v_2=10$ Km/h. La velocità della barca rispetto alla riva dovrebbe essere $V_b=30$ Km/h, ma la Fisica ci dice che tale velocità è in realtà:

$$V_b=(v_1+v_2)/(1+v_1\cdot v_2/c^2)= 29.9999999999999949 \text{ km/h}$$

cioè è minore di v_1+v_2

Esempio 2: Interferenza da una doppia fenditura.

Una fenditura con $a \sim \lambda$ produce una figura di diffrazione con un massimo centrale molto ampio di intensità I_0 . Due fenditure non producono una unica figura di intensità $2I_0$, ma una figura di diffrazione in cui ci sono zone di intensità nulla e zone di intensità $4I_0$.

Alcuni fenomeni addirittura sembrano "magici" al senso comune

Esempio 3: La polarizzazione della luce

Analizzerò alcuni semplici fenomeni che si possono evidenziare con due paia di occhiali da sole polaroid. Un effetto particolarmente drammatico emerge quando si guarda una sorgente luminosa attraverso un sandwich di tre filtri polarizzatori. Se si toglie il disco centrale non si vede nulla. Viceversa, se esso viene reintrodotta, il sandwich diventa trasparente. Aggiungendo un ostacolo riusciamo a far passare più luce. Questo fatto, come accade per un buon trucco di magia, rimane molto sorprendente per quasi tutte le persone, indipendentemente da quanto bene e da quanto tempo ne abbiamo capito la spiegazione. (David Mermin)

Nel passaggio attraverso un polaroid, l'intensità luminosa trasmessa I_T è legata a quella incidente I_0 dalla legge di Malus:

$$I_T = I_0 \cos^2 \theta$$

ove θ è l'angolo formato dal piano di polarizzazione dell'onda e il piano di polarizzazione che caratterizza il filtro. Nell'esperimento ovviamente il primo e l'ultimo polaroid hanno i piani di polarizzazione ortogonali, per cui quando sono soli non passa luce ($\cos^2 (\pi/2) = 0$); il filtro intermedio forma invece un angolo di $\pi/4$ radianti con il primo polaroid (e quindi di $\pi/4$ radianti anche con il secondo) per cui la luce trasmessa attraverso i tre filtri sarà:

$$I_T = (I_0 \cos^2 \pi/4) \cdot \cos^2 \pi/4 = \frac{1}{4} I_0$$

Abbiamo detto che è difficile definire con precisione il campo di indagine della Fisica perché non ha contorni ben tracciati ed è in continua evoluzione. Ciò che caratterizza la Fisica non sono tanto i suoi contenuti, quanto il suo metodo, che si chiama **metodo sperimentale**. *Osservazione, ragionamento ed esperimento* costituiscono quello che chiamiamo *metodo sperimentale*. Esso si basa sulle osservazioni e sulle esperienze, e permette di formulare le *leggi fisiche*, di solito espresse da *formule matematiche*.

Molti fenomeni che accadono in natura ci colpiscono direttamente attraverso i sensi: vediamo che una automobile corre, sentiamo con la mano che un oggetto è più caldo di un altro, udiamo che il suono di un violino è diverso da quello di una tromba.

Tuttavia le informazioni registrate dai sensi hanno sempre un carattere personale. Non ci si può basare su di esse per costruire una scienza, qual è la Fisica, le cui affermazioni devono essere indipendenti dalla particolare persona che ha compiuto l'osservazione. Facciamo allora uso di **strumenti**, i quali consentono inoltre di allargare il campo delle nostre osservazioni consentendo di rilevare anche quei fenomeni non percepiti dai nostri sensi (per esempio non vediamo le onde radio, non sentiamo gli ultrasuoni, etc). Usando uno strumento, l'osservazione acquisisce un carattere oggettivo (ossia indipendente dall'osservatore) e quantitativo.

La temperatura, la lunghezza, la durata, la velocità, l'intensità della corrente elettrica sono parole che fanno parte del linguaggio della Fisica. Si chiamano **grandezze Fisiche** e si riferiscono a concetti che hanno la caratteristica di poter essere misurati con degli strumenti. Per definire una grandezza fisica è necessario specificare come si fa a misurarla. Parleremo in seguito più dettagliatamente delle grandezze fisiche.

2 - FISICA E MATEMATICA

La Matematica ha sempre avuto un ruolo molto importante nella Fisica. Una delle ragioni di questa profonda alleanza è dovuta al fatto che la Fisica si serve delle grandezze e quindi ha bisogno di trattare dei numeri che sono il risultato delle misure. Ma la Matematica mette a disposizione della Fisica anche altri strumenti oltre a quello che i numeri consentono di elaborare. Quando studiamo un fenomeno (per esempio la caduta di un sasso) non ci limitiamo a "guardare" il fenomeno, ma ci poniamo l'obiettivo di arrivare a stabilire la regola o come si dice, la **legge** secondo la quale si svolge il fenomeno. Nel caso della caduta del sasso troveremo che

$$t \propto \sqrt{h}$$

Questa formula matematica esprime la legge di caduta degli oggetti sulla Terra.

Fortunatamente, molti dei principi e dei concetti fondamentali della Fisica possono essere compresi facendo uso solo dell'algebra e della geometria elementare. Ciò è conseguenza di quella che sembra essere una proprietà generale delle leggi fondamentali della natura, vale a dire più ci avviciniamo alla verità, più le leggi naturali diventano semplici.

3 - IL METODO SPERIMENTALE

Il metodo sperimentale consiste in un'analisi critica dei fenomeni. Naturalmente perché le esperienze siano proficue, non devono essere fatte alla cieca. All'inizio conviene farsi un'idea su come si svolge il fenomeno che si vuole studiare. Si formula così un'ipotesi, che può essere eventualmente suggerita da una somiglianza con altri fenomeni che già si conoscono. Si fanno quindi le esperienze sul fenomeno. Se i loro risultati sono in accordo con le conseguenze delle ipotesi, l'ipotesi viene confermata. Altrimenti essa deve essere abbandonata o modificata. Questo metodo che dall'osservazione del fenomeno risale alla sua legge attraverso esperienze, analogie e ipotesi si chiama **metodo induttivo** (Il metodo induttivo consiste nell'osservare un particolare fenomeno e nel ricavare da tali osservazioni le leggi generali che reggono tutti i fenomeni dello stesso tipo).

Le leggi che regolano un certo gruppo di fenomeni si trovano spesso riunite in una **teoria**. Si tratta di una struttura matematica che mette in relazione tra loro le singole leggi

e consente così di collegare i risultati di numerose esperienze (esempio: teoria dell'elettromagnetismo).

Usando strumenti matematici, da una teoria è possibile prevedere nuove leggi e quindi scoprire nuovi fenomeni. Si applica in questo caso il **metodo deduttivo**. E' poi necessario progettare delle esperienze per verificare se i fenomeni previsti esistono davvero. In caso affermativo la teoria è da considerarsi valida, altrimenti deve essere modificata o in casi estremi, scartata (per esempio: i lanci spaziali, cominciati nel 1958, sono una chiara conferma della teoria scoperta trecento anni prima da Galileo e Newton).

Per esempio: Quando osserviamo sperimentalmente che un sasso e una piuma cadono con la stessa velocità in un tubo verticale nel quale è stato praticato il vuoto, concludiamo, *per induzione*, che in assenza di attriti dovuti all'aria, “tutti i corpi si muovono con la stessa legge del moto indipendentemente dalla loro massa; ma quando, in base a tale legge, prevediamo che lo stesso corpo lungo un piano inclinato scenderà più lentamente, cioè con una accelerazione minore, che in caduta libera, operiamo *per deduzione*.”

Oggi la Fisica è organizzata in **leggi, principi, postulati e teoremi** che descrivono i fenomeni osservati.

4 - BIBLIOGRAFIA

U.AMALDI - Il mondo della Fisica - Zanichelli Ed.

J.OREAR - Fisica Generale - Zanichelli Ed.