



A cosa serve la fisica? â?? parte 2

Descrizione

LEGGI

L'agone 2024

Una â??legge fisicaâ? Ã una relazione, spesso espressa in forma matematica, che descrive il comportamento della realtÃ , ottenuta attraverso la misura delle grandezze fisiche. Il termine â??leggeâ? non va frainteso: non Ã un obbligo come una norma sociale, ma una relazione verificata sperimentalmente che mostra come le grandezze si modificano e si influenzano tra loro.

Le leggi e le teorie fisiche, come tutte le leggi scientifiche, sono considerate **provvisorie**: vengono considerate valide fino a prova contraria. CiÃ² accade quando si osserva un fenomeno che non riescono a prevedere o quando le loro previsioni risultano errate. In questi casi la teoria puÃ² essere sostituita da una nuova che la migliora, capace di descrivere e prevedere i fenomeni con maggiore precisione e in un ambito piÃ¹ ampio di validitÃ .

LOGICA

Unâ??ipotesi, se confermata da numerose verifiche sperimentali e integrata in un quadro concettuale piÃ¹ ampio, puÃ² diventare una teoria. Lo scopo di una teoria fisica Ã descrivere e prevedere i fenomeni naturali in modo coerente, quantitativo e formalizzato matematicamente, mostrando come variano e si relazionano le grandezze fisiche coinvolte.

Nella costruzione del sapere scientifico si usano principalmente due **procedimenti logici**: l'induzione, che dai dati osservati porta a formulare ipotesi generali, e la deduzione, che da principi generali ricava conseguenze verificabili. Entrambi contribuiscono, insieme ad altri metodi, alla formazione delle teorie scientifiche.

INDUZIONE

L'induzione (dal latino *inducere*, "condurre verso") è un tipo di ragionamento che, partendo da osservazioni o fatti particolari, porta a formulare conclusioni generali. In altre parole, consiste nel generalizzare dai casi singoli a una legge o regola più ampia, che dovrà poi essere verificata.

Il **procedimento induttivo** è rischioso perché, partendo da casi particolari veri, si ipotizza che la stessa verità valga anche in generale. In altre parole, se si osserva che alcuni individui possiedono una certa proprietà, si formula l'ipotesi che tutti gli individui di quel tipo la abbiano, ma questo non è mai garantito con certezza.

Una legge scientifica è valida solo se non ammette eccezioni. Nel linguaggio comune si dice che *l'eccezione conferma la regola*, ma in scienza vale il contrario: **l'eccezione distrugge la regola**. Se un'affermazione funziona in tutti i casi tranne uno, non può essere considerata una legge. Per dimostrare che una teoria è corretta bisognerebbe verificarla in ogni situazione possibile, mentre per dimostrarne la falsità basta un solo caso in cui non funziona: quel controesempio è sufficiente a renderla inaccettabile.

«Nessuna quantità di esperimenti potrà dimostrare che ho ragione; un unico esperimento potrà dimostrare che ho sbagliato.» ([Albert Einstein](#), lettera a [Max Born](#) del 4 dicembre 1926)

La scienza offre molti **esempi di induzione** corretta.

James Clerk Maxwell formulò l'ipotesi della *corrente di spostamento*, mostrando che un circuito elettrico poteva chiudersi anche senza un collegamento diretto tra i conduttori metallici.

Francesco Redi, sfidando l'autorità di Aristotele e della Bibbia, propose che i vermi della carne in putrefazione non nascessero da *generazione spontanea*, ma dalle uova deposte dagli insetti.

Isaac Newton estese la legge di gravità terrestre ipotizzando che fosse valida in tutto l'Universo.

La realtà offre numerosi esempi di induzione errata.

Un caso evidente è quello dei ragionamenti usati dai **razzisti** e dagli sciovinisti in generale. Essi generalizzano un singolo episodio negativo, come una violenza compiuta da una persona con determinate caratteristiche fisiche, per concludere che tutte le persone con quelle stesse caratteristiche siano violente. Questo è un errore logico, perché si attribuisce a un intero gruppo un comportamento osservato solo in alcuni individui, ignorando che atti di violenza possono essere compiuti da persone di qualsiasi colore della pelle o provenienza. In altre parole, si tratta di un uso distorto dell'induzione, che porta a pregiudizi e discriminazioni invece che a conoscenza fondata.

DEDUZIONE

La deduzione (dal latino *deducere*, "condurre lontano") è un tipo di ragionamento che, partendo da premesse generali considerate vere, permette di ricavare conseguenze particolari. Se le premesse sono corrette, anche le conclusioni lo saranno necessariamente. Le regole della deduzione si basano su tautologie, cioè su forme di ragionamento sempre valide. In sostanza, la deduzione consiste nel derivare una verità particolare a partire da verità generali.

Il ragionamento deduttivo è sistematico: permette di organizzare le teorie scientifiche con **ordine ed eleganza**, perché da poche premesse generali si possono ricavare molte conseguenze particolari. Questo è uno degli obiettivi della fisica teorica.

La deduzione, però, non aggiunge nuova conoscenza: serve soprattutto nella comunicazione e nella didattica, poiché le conclusioni che produce erano già implicite nelle premesse, anche se non immediatamente evidenti. In altre parole, la deduzione non crea nuove teorie, ma può favorire lo sviluppo della tecnologia, rendendo possibili nuove applicazioni pratiche a partire da principi già noti.

Un esempio importante di deduzione è dato dalle **equazioni di James Clerk Maxwell**. Da esse si possono ricavare tutti i fenomeni elettromagnetici, dall'attrazione tra due cariche fino alle moderne tecnologie di comunicazione, come la radio, la televisione e, in ultima analisi, internet. Quando Maxwell le formulò, raccogliendo in maniera elegante le leggi dell'elettromagnetismo, non poteva immaginare le straordinarie applicazioni che avrebbero avuto. Tutte le invenzioni legate all'elettromagnetismo sono sviluppi particolari delle sue equazioni: è come se, senza saperlo, avesse già anticipato gran parte della tecnologia moderna.

LA LEGGE DELLE LEGGI

L'insieme delle leggi fisiche che descrivono una certa classe di fenomeni definisce una teoria fisica autoconsistente. Spesso, e questo è l'obiettivo, tale teoria può essere ricondotta a un principio generale, una sorta di "legge delle leggi", che unifica e sintetizza le singole leggi.

Un **principio** è un presupposto generale da cui si possono dedurre una o più teorie fisiche e le relative leggi. Viene accettato come "vero" sulla base delle osservazioni sperimentali: non si dimostra direttamente, ma si riconosce come sintesi delle teorie e delle leggi che raccoglie. Da un principio derivano quindi le spiegazioni di tutti i fenomeni osservati fino a quel momento.

Ad esempio, il teorema generale di Emmy Noether mostra che dalle simmetrie dello spazio e del tempo derivano precise leggi di conservazione: dalla simmetria rispetto alle traslazioni nello spazio discende la conservazione della quantità di moto, dalla simmetria rispetto alle rotazioni la conservazione del momento angolare, e dalla simmetria rispetto alle traslazioni nel tempo la conservazione dell'energia. Queste leggi di conservazione sono alla base delle leggi del moto formulate da Newton e delle loro generalizzazioni relativistiche.

Ad esempio, dal principio di conservazione della massa-energia discendono sia le simmetrie dello spazio e del tempo (Teorema di Emmy Noether), da cui si ricavano le leggi del moto di Isaac Newton, sia la teoria della relatività ristretta di Albert Einstein, da cui derivano le leggi del moto relativistiche.

MODELLI

Un **modello fisico** è una rappresentazione semplificata e idealizzata di un sistema reale. Il suo uso indiscriminato può essere rischioso, perché ogni modello ha limiti di validità; tuttavia offre il vantaggio di una maggiore generalità, rendendolo applicabile a sistemi simili a quello studiato. La costruzione di un modello è spesso la fase meno formalizzata del processo conoscitivo, poiché richiede intuizione e scelte interpretative oltre che rigore matematico.

Il modello fisico ha la funzione di **semplificare** il sistema reale e la sua evoluzione, portandoli a un livello astratto, ma più comprensibile e trattabile.

Ad esempio, se consideriamo la produzione della luce (i fotoni sono generati dall'eccitazione dei livelli elettronici) ci rendiamo conto che il modello atomico a sistema solare è una rappresentazione molto povera della realtà dell'atomo. Tuttavia, rimane estremamente utile come strumento didattico e concettuale.

TEORIA DEL TUTTO

Uno degli obiettivi della fisica teorica è la cosiddetta "teoria del tutto": una teoria omnicomprensiva che, unificando le interazioni fondamentali, possa spiegare in modo coerente tutti i fenomeni fisici osservati.

In fisica, per "interazioni" si intendono i modi in cui due o più corpi, particelle o sistemi agiscono reciprocamente l'uno sull'altro, modificando il loro stato o la loro energia. In altre parole, un'interazione è ciò che in fisica moderna sostituisce il concetto tradizionale di "forza".

Uno degli obiettivi della fisica moderna è unificare tutte le interazioni fondamentali, mostrando che, pur apparendo diverse, sono manifestazioni di un'unica forza. Già nell'antichità si conoscevano fenomeni elettrici e magnetici, ma fu nell'Ottocento che Hans Christian Ørsted e Michael Faraday dimostrarono il legame tra corrente elettrica e campo magnetico. James Clerk Maxwell raccolse queste scoperte nelle sue celebri equazioni, che descrivono l'elettromagnetismo come un'unica interazione. Nel Novecento si è compiuto un ulteriore passo: la forza elettromagnetica e la forza nucleare debole, responsabile del decadimento radioattivo, sono state unificate nella teoria elettrodebole (Sheldon Lee Glashow, Abdus Salam e Steven Weinberg).

Oggi il quadro teorico che raccoglie elettromagnetismo, forza debole e forza forte, raccogliendole insieme, ma non unificandole, è noto come "Modello Standard".

Rimane aperta la sfida di includere anche la gravità in questa unificazione: teorie come la gravità quantistica e la teoria delle stringhe.

[Per leggere dall'inizio](#)

Riccardo Agresti

L'agone 2024