

IO CREDO CHE...

TUTTI DICONO CHE È COSÌ
SE È STATO COSÌ FINO AD OGGI CI SARÀ UN MOTIVO
L'HA DETTO LA TV
MIO PADRE È CONVINTO CHE SIA COSÌ
ERA SCRITTO SUL GIORNALE
L'HA DETTO LA MIA MAESTRA
L'HO VISTO IN INTERNET
SI SA DA SEMPRE
ERA SCRITTO SUL LIBRO
LO DICE LA MIA MAMMA
IO CI CREDO LO STESSO
ANCHE IL MIO AMICO CHE FA L'UNIVERSITÀ CI CREDE
L'HO LETTO SULL'OROSCOPO

INTRODUZIONE - IL METODO SCIENTIFICO

SCIENZA E METODO SCIENTIFICO

Secondo una definizione abbastanza tradizionale, **la scienza si occupa di descrivere tutto ciò che è materiale e osservabile** e di trovare le spiegazioni di fenomeni e processi tipici del mondo naturale.

L'aggettivo **materiale** significa che l'oggetto di studio della scienza sono oggetti e fenomeni relativi alla materia, ossia a qualcosa che possiede una massa e occupa un volume. Oggi sappiamo che materia ed energia sono due realtà che possono trasformarsi l'una nell'altra, quindi di fatto la scienza si occupa di indagare le

caratteristiche e i processi riguardanti la materia e l'energia .

L'aggettivo **osservabile** significa che per poter condurre un'indagine scientifica gli oggetti, i fenomeni e i processi si devono poter osservare in qualche modo, utilizzando i cinque sensi o qualche tipo di strumento elaborato nel tempo dagli scienziati. Esempi di tali strumenti sono i microscopi, i telescopi, e tutti quei macchinari che vengono usati nei laboratori, compresi i più avanzati strumenti di indagine della medicina moderna.

Studiando i contenuti di questo testo noterete che spesso compaiono delle proposizioni evidenziate con il grassetto oppure collocate in riquadri messi in rilievo. Tali proposizioni costituiscono delle conclusioni a cui i diversi scienziati, che si sono occupati dei particolari fenomeni descritti, sono giunti dopo un lungo, paziente e talvolta ripetitivo lavoro di osservazione, di raccolta dati, di elaborazione e di interpretazione degli stessi.

FACCIAMO UN ESEMPIO

Per capire meglio, anche se in maniera intuitiva, che cosa si intende con indagine scientifica, consideriamo il seguente esempio, tratto dalla vita quotidiana.

- ❖ Tutte le mattine, andando a scuola, nei pressi dell'edicola incontro un signore che tiene in mano sempre lo stesso quotidiano.
- ❖ Col tempo, mi faccio un'idea - mi costruisco un pensiero in merito a ciò che osservo (senza che me ne

accorga sto formulando un'ipotesi su un fatto osservato).

- ❖ Il mio pensiero (che mette in relazione due elementi: il signore che vedo vicino all'edicola tutte le mattine e il quotidiano che egli tiene in mano) è il seguente: "a quel tizio piace leggere tutti i giorni quel quotidiano".
- ❖ Tale ipotesi potrebbe essere una corretta spiegazione del fatto osservato, ma in fondo la cosa non è così importante: non ci si può certo occupare seriamente di tutto ciò che accade attorno a noi.
- ❖ Tuttavia un giorno potrei scoprire qualcosa di nuovo: per esempio che quel signore tutte le mattine compra quel giornale per un suo vicino di casa, costretto per motivi di salute all'immobilità.
- ❖ Questo fatto nuovo fa sì che io debba rivedere la mia idea iniziale: evidentemente il giornale non piace a lui, ma al suo vicino di casa.

In ambito scientifico si procede, almeno per certi versi, in modo simile; tuttavia il modo di operare è molto più rigoroso, poiché il ruolo della scienza è quello di indagare e spiegare il mondo naturale.

In buona sostanza, la differenza rispetto all'esempio trattato è che in quel caso il mio interesse era relativamente scarso, mentre l'interesse degli scienziati è molto grande, poiché l'obiettivo del loro lavoro è quello di scoprire come avvengono i fenomeni e i processi naturali.

Inoltre, le conclusioni a cui si giunge con questo tipo di indagine hanno spesso delle implicazioni notevoli.

Tutti abbiamo visto almeno una volta in televisione una delle serie dove la polizia scientifica lavora in collaborazione con altri settori investigativi per trovare il colpevole di un crimine, oppure abbiamo scoperto con stupore o disappunto che la soluzione di un caso reale di omicidio non è così semplice né veloce da raggiungere.

In ogni caso, la procedura che viene seguita prevede sempre la raccolta di molti dati, prove concrete o testimonianze, la formulazione di un'ipotesi sulla identità dell'omicida, la ulteriore acquisizione di prove che, a volte, confermano l'ipotesi iniziale, altre volte la mettono totalmente in discussione, altre ancora la stravolgono completamente. In una fiction televisiva, tutto ciò avviene in tempi brevi; nella realtà i tempi sono enormemente dilatati, mesi oppure anni.

Il modo di procedere è lo stesso anche per uno studioso che si occupi di Scienze della Terra, di Chimica, di Biologia o di Fisica.

IL METODO SCIENTIFICO

Il **metodo scientifico** è l'insieme delle procedure utilizzate dagli scienziati per raggiungere i loro obiettivi: quelli di spiegare il funzionamento del mondo reale.

Normalmente tale procedura viene scomposta in alcuni stadi: l'osservazione, la formulazione di un'ipotesi, la verifica dell'ipotesi con ulteriori osservazioni ed esperimenti, il perfezionamento e la validazione dell'ipotesi iniziale o la ricerca di ipotesi alternative.

Primo stadio: l'osservazione.

Il primo stadio è sempre l'osservazione del fenomeno che interessa. L'osservazione di un fenomeno nuovo o - più probabilmente - di un fenomeno già studiato da altri ma ancora non del tutto compreso suscita normalmente negli scienziati molte domande e molte riflessioni.

Secondo stadio: la formulazione di un'ipotesi.

Di fatto la gente comune e, a maggior ragione, gli scienziati tendono spontaneamente e spesso in breve tempo a farsi un'idea di come stanno le cose. La formulazione di un'ipotesi è proprio questo: immaginare una possibile spiegazione di quanto osservato.

Terzo stadio: la sperimentazione.

Quella che normalmente si definisce sperimentazione, in realtà è condotta in modi anche molto diversi: eccone di seguito alcuni esempi.

Se il fenomeno è riproducibile in laboratorio vengono realizzati accurati **esperimenti**.

Se il fenomeno non si può riprodurre in laboratorio, come per l'astronomia, la geologia o la meteorologia, vengono effettuate **ripetute osservazioni** in natura.

Nel contempo si attua una minuziosa **raccolta di dati**. Vengono effettuate precise misurazioni e registrati vari parametri: i dati, poi, vengono elaborati, cioè interpretati e messi in relazione tra di loro.

Con i moderni strumenti informatici, ormai da tempo vengono impostate **simulazioni al computer**, inserendo tutti i parametri noti: sarà il computer,

in questo caso, ad aiutare gli scienziati a elaborare possibili modelli.

Quarto stadio: la validazione dell'ipotesi iniziale.

Nel corso della sperimentazione emergono progressivamente una serie di dati che aiutano gli scienziati a fare chiarezza sulla validità dell'ipotesi iniziale.

Il punto chiave è la **coerenza** tra i dati raccolti e la spiegazione formulata inizialmente:

- se vi è perfetta coerenza con i dati ottenuti, allora l'ipotesi iniziale è confermata in toto;
- più spesso l'ipotesi iniziale deve essere in parte rivista, alla luce di nuovi elementi emersi;
- talvolta l'ipotesi iniziale deve essere scartata, in quanto è contraddetta dagli esiti della sperimentazione: in questo caso occorre formulare una nuova spiegazione, coerente con i dati osservati.

LEGGI E MODELLI

Una **legge scientifica** è la formulazione precisa, di regolarità osservate in natura: sono più spesso caratteristiche della Fisica e della Chimica.

Una legge fisica o chimica si può spesso esprimere anche con simbologia matematica. In questo caso una **legge** è una **relazione matematica** che lega, mediante operazioni e coefficienti numerici, due o più grandezze fisiche.

Come tutte le acquisizioni scientifiche, le leggi sono **valide fino a prova contraria**, cioè fino a quando non sono smentite da osservazioni o sperimentazioni. Questo significa che le leggi della Fisica e della Chimica

che vengono studiate normalmente dagli alunni di scuola superiore o dell'Università non sono mai state finora smentite.

Un **modello** è una descrizione semplificata di un sistema complesso esistente in natura. Ad esempio, in Geologia si studia che l'interno della Terra è suddiviso in crosta, mantello e nucleo: questo è l'attuale modello dell'interno terrestre.

Anche la validità dei modelli viene messa continuamente alla prova. Un modello si ritiene corretto finché si mantiene coerente con gli esiti di osservazioni e sperimentazioni condotte successivamente alla sua formulazione.

TEORIE SCIENTIFICHE

Il termine 'teoria' deriva dal greco "θεωρεῖν" che significa "osservare, considerare per comparazione".

Una **teoria** è un insieme d'idee, modelli, leggi collegate coerentemente tra loro a costituire un **sistema complesso di conoscenze** che spiega le relazioni esistenti tra gli elementi e le variabili caratteristiche di un vasto insieme di fenomeni e processi e che consente di fare previsioni nel caso in cui i fenomeni studiati si ripetano.

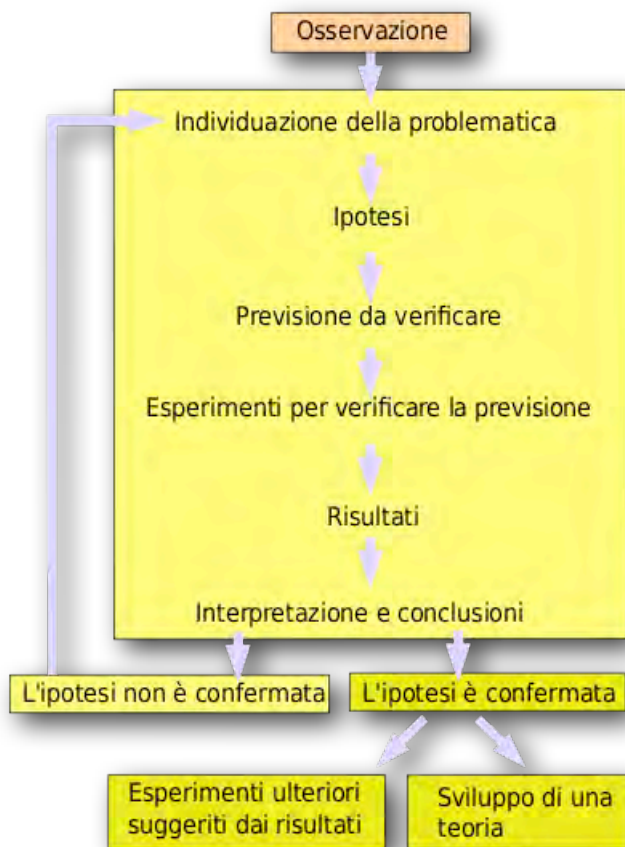
In **Geologia**, l'esempio migliore è la **teoria della tettonica globale** (o tettonica delle placche litosferiche), che è in grado di comprendere e spiegare processi apparentemente molto diversi tra loro come la genesi e la distribuzione di terremoti e vulcani, la formazione di catene montuose e l'apertura o l'espansione dei bacini oceanici.

In **Biologia**, l'esempio più caratteristico è la **teoria dell'evoluzione biologica**, che spiega la biodiversità attualmente osservabile nel mondo vivente, l'incredibile capacità dei viventi di colonizzare gli ambienti più disparati, adattandosi ad essi, la storia della vita, a partire dagli organismi che popolavano gli oceani più di 3,5 miliardi di anni fa, spiegando in dettaglio i meccanismi con cui avvengono tali cambiamenti.

Occorre notare che il termine teoria ha un significato diverso nel linguaggio scientifico rispetto al linguaggio normale. Così, mentre nel linguaggio quotidiano una teoria è qualcosa di

ipotetico ancora da verificare, in campo scientifico è una visione di insieme molto ampia e potente, confermata da innumerevoli osservazioni e sperimentazioni condotte in campi anche molto diversi.

Per questo motivo, è assai difficile che le attuali teorie scientifiche relative a campi del sapere indagati e approfonditi possano subire grandi stravolgimenti in futuro. È assai probabile, invece, che esse possano essere perfezionate ed arricchite di ulteriori dettagli riguardanti aspetti che sono ancora oscuri o non perfettamente spiegati.



CONDIVISIONE E COMUNICAZIONE

Una caratteristica degna di nota delle sperimentazioni condotte dagli scienziati è la **condivisione dei saperi**.

A meno che non si tratti di ricerche in campo militare o di sperimentazioni su prodotti coperti da brevetto commerciale, gli esiti della ricerca scientifica sono riportati in modo chiaro su **riviste scientifiche**, pubblicate tradizionalmente su carta, ma disponibili anche on-line. La lingua comunemente usata in queste riviste è l'Inglese.

Scopo di questi articoli - nel linguaggio tecnico sono definite **pubblicazioni** - è quello di comunicare quanto scoperto o studiato agli altri gruppi di scienziati che nel mondo si occupano di un dato argomento.

Le pubblicazioni devono essere scritte con linguaggio chiaro e lineare; in esse devono essere descritte dettagliatamente le modalità con cui sono state condotte osservazioni e sperimentazioni e devono essere riportati estesamente i risultati di quanto realizzato. Tutto ciò ha lo scopo di permettere ad altri scienziati di ripetere le osservazioni e le sperimentazioni effettuate, così da verificarne la correttezza.

VERIFICA E AUTOCORREZIONE

Un altro aspetto importante della ricerca scientifica è la **continua verifica delle nuove scoperte e acquisizioni** condotta da diversi gruppi di ricercatori che operano in Università

e Istituzioni di ricerca presenti in tutti i Paesi del mondo.

Questo fa sì che eventuali errori commessi accidentalmente possano essere scoperti e corretti in tempi abbastanza brevi.

Un esempio: la velocità dei neutrini

L'esempio è relativo alla velocità di piccole particelle conosciute con il nome di neutrini. Nell'ambito dell'esperimento Opera, condotto in collaborazione tra scienziati del Laboratorio del Gran Sasso, facenti capo all'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare ed altri scienziati del CERN, l'Organizzazione Europea per la Ricerca Nucleare, era emerso a settembre 2011 che la velocità di queste particelle, misurata con estrema precisione, era superiore a quella della luce. Questa osservazione aveva sollevato molto scalpore e molte discussioni, poiché la velocità della luce è considerata insuperabile nell'ambito della Teoria della relatività formulata da Einstein e tuttora considerata valida in quanto, fino ad allora, tutte le previsioni della teoria sono state confermate dalle ricerche. Successivamente, altri gruppi di ricerca avevano conseguito risultati in contraddizione con la scoperta. Infine, a maggio 2012, con altri quattro esperimenti condotti in parte dallo stesso gruppo di ricerca, la scoperta è stata smentita: i neutrini NON sono più veloci della luce. Il dato falsato era dovuto a un un errore nella misurazione della velocità di tali particelle, causato dal malfunzionamento di uno dei macchinari utilizzati. L'errore è stato

comunicato alla comunità scientifica e poi all'opinione pubblica. In conseguenza di tale risultato, il fisico italiano Antonio Ereditato si è dimesso da coordinatore del progetto Opera.

"Si tratta - ha commentato il direttore di ricerca del Cern, Sergio Bertolucci - di quello che, in fondo, ci si aspettava. La vicenda ha catturato l'immaginazione pubblica e le ha dato l'opportunità di vedere il metodo scientifico in azione: un risultato inaspettato è stato reso noto per essere esaminato e risolto grazie alla collaborazione di esperimenti che sono, normalmente, in concorrenza fra loro. Questo è il modo in cui la scienza si muove".

"È motivo di grande soddisfazione - ha detto Lucia Votano, direttore dei Laboratori Infn del Gran Sasso - che quattro diversi esperimenti del Laboratorio Infn del Gran Sasso abbiano potuto misurare con grande precisione la velocità del neutrino su una distanza di 730 chilometri, trovando tutti risultati tra loro coerenti e compatibili con la teoria della relatività".

Questa abitudine al confronto e alla verifica fa sì che la scienza riesca a individuare e a smascherare anche vere e proprie **truffe**, condotte da scienziati singoli o riuniti in team per desiderio di fama e di fondi per le proprie ricerche, o finanziati da gruppi di pressione motivati da forti interessi economici.

Due esempi al riguardo sono relativi alle **industrie del tabacco**, che in passato hanno finanziato gruppi di ricerca per negare gli effetti nocivi per la salute umana del fumo di sigaretta e

alle **multinazionali del petrolio**, alcune delle quali hanno finanziato istituti di ricerca per negare gli effetti negativi del cambiamento climatico.



MATERIALE SUL WEB

<http://www.marcoscan.com/2012/03/le-migliori-strategie-per-manipolare-la-scienza-parte-1.html>

http://www.ilgiornale.it/esteri/scienziati_pagati_negare_danni_fumo_passivo/europa-attualita_fumo_passivo_cancro/25-05-2012/articolo-id=589579-page=0-comments=1

<http://www.comune.scandicci.fi.it/rassegne/bancadati/20120504/SB55009.PDF>

<http://www.lanuovaecologia.it/view.php?id=11517&contenuto=Notizia>

LA COSTRUZIONE DEL SAPERE SCIENTIFICO

Procedendo come descritto nei paragrafi precedenti, si può affermare che, basandosi sul metodo scientifico teorizzato da Galileo Galilei (1564-1642), ma già applicato da molti uomini di scienza dell'epoca e successivamente da generazioni di studiosi, l'insieme degli scienziati

contemporanei - la cosiddetta **comunità scientifica** - ha costruito nel tempo l'attuale sistema di **conoscenze verificabili e condivise che riguardano le varie parti del mondo sensibile**.

Questo insieme di saperi è destinato ad ampliarsi nel tempo sempre di più, man mano che vengono perfezionati nuovi e/o più potenti strumenti di indagine, che permetteranno di osservare ciò che ad oggi ancora non è osservabile.

Se guardiamo alla storia passata, le cosiddette **rivoluzioni scientifiche** hanno spesso portato più che alla cancellazione di quanto affermato in passato, al suo ampliamento ad ambiti più vasti: un esempio è la fisica relativistica di Einstein, che include la tradizionale fisica newtoniana.

La **conoscenza scientifica** del mondo naturale è quindi un **processo progressivo**, cioè che si sviluppa nel tempo, e **inclusivo**, ossia che include progressivamente al proprio interno ambiti che, prima di essere osservabili, ne erano esclusi.

I LIMITI DELLA SCIENZA

È chiaro che questo modo di indagare e di comprendere il mondo può continuare a lungo nel tempo, ma non può estendersi ad ogni ambito della conoscenza, date le condizioni cui deve sottostare: la "materialità" e l'osservabilità.

Così, ad esempio, la scienza non potrà mai occuparsi di indagare o dimostrare l'esistenza o la non esistenza di alcuna divinità, poiché Dio o gli Dei non sono entità materiali.

Allo stesso modo, la scienza non potrà mai dimostrare l'eventuale esistenza di altri universi disgiunti dall'Universo in cui ci troviamo, in quanto essi - se pure esistono - non sono in alcun modo osservabili.



Galileo Galilei 1564 - 1642

Fonte: <http://it.wikipedia.org/wiki/>

File:Galileo_Galilei01.jpg