

COLLANA NUOVO UMANESIMO

14

**Scienza**

# Scienza e fede nel nuovo umanesimo

Coordinatori:  
GIANDOMENICO BOFFI  
BRUNO BOTTA



LIBRERIA EDITRICE VATICANA

## Alla ricerca della verità oltre la verità scientifica

*Alberto Pettorossi\**

L'uomo ricerca la verità e anela ad essa. La ricerca per lui stesso come individuo e per la società di tutti gli uomini come comunità.

Partiamo, per le nostre considerazioni, dall'osservazione che ogni uomo ha la capacità di *ricomporre* e, per così dire, *ricostruire* dentro di sé, la *realtà esterna* facendone un *modello* che egli possa usare per gli obiettivi che si prefigge e, in particolare, per l'obiettivo primario di mantenersi in vita e poi, tra gli altri, l'obiettivo di raggiungere la felicità e la verità.

Per realtà esterna non intendiamo solo l'ambiente in cui l'uomo vive, ma anche la sua stessa persona, il suo pensiero e il suo mondo interiore. L'uomo ha la capacità di ricostruire dentro di sé i suoi modi di ragionare, di riflettere, di conoscere, di vivere la vita psichica, di promuovere i valori morali. Così anche i metodi di ricerca della verità scientifica diventano oggetto di speculazione e di indagine.

Facciamo una prima importante osservazione circa l'uomo di scienza che crede nel Dio cristiano. Egli vive una tensione tra, da un lato, *la realtà in sé*, cioè la realtà che è stata

\* Informatica Teorica, Università degli Studi di Roma Tor Vergata. pettorossi@info.uniroma2.it

creata per mezzo del Logos dall'intelligenza creatrice di Dio, e dall'altro, *il modello della realtà* che egli costruisce nella sua mente, modello rappresentabile in un linguaggio formale che lui stesso, intelligenza creata, definisce. Per esempio, per la realtà esterna costituita dai fenomeni naturali meccanici studiati dalla fisica, un linguaggio formale che l'uomo di scienza ha usato e usa è quello delle equazioni differenziali, attraverso cui la realtà della meccanica viene descritta e modellata.

Questa tensione tra la realtà in sé e il modello della realtà, tensione che lasciamo all'esplorazione più competente del filosofo della scienza, consiste essenzialmente

- (1) nel fatto che il modello non riesce mai a *esaurire* la realtà in sé (se la esaurisse, l'intelligenza creata dell'uomo non si distinguerebbe dall'intelligenza creatrice di Dio) e
- (2) il fatto che il modello non è completamente slegato dalla realtà in sé (se lo fosse, la ricerca della verità scientifica sarebbe una ricerca senza adesione ad una realtà oggettiva e l'intelligenza creata dell'uomo non porterebbe le vestigia dell'intelligenza creatrice di Dio).

Questa tensione può essere riconosciuta anche da uno scienziato non credente, seppure sulla base di ragioni diverse come, per esempio, sulla base di considerazioni di storia della scienza e, in particolare, dell'evoluzione delle teorie scientifiche negli ultimi secoli, come brevemente indicheremo qui di seguito.

Esaminiamo il cammino di costruzione delle verità scientifiche e, per fissare le idee, consideriamo il caso delle scienze fisiche. Questo ci darà l'opportunità di capire che per la comprensione la realtà esterna si può e si deve andare al di là della verità scientifica e aprirsi a una dimensione meta-scientifica, per così dire.

Come sorgono i concetti fondamentali della fisica, cioè *le*

*grandezze fisiche*, quali il tempo, lo spazio e la massa?

Essi sorgono in base ad alcune domande che il fisico si pone. Per esempio, il fisico si domanda quanto dura un fenomeno che osserva e come possa misurare il tempo che è la durata di quel fenomeno (per esempio, il tempo impiegato da un sasso per cadere da una torre). Poi egli riduce questa domanda a quella, a prima vista più semplice, di sapere se due fenomeni hanno la stessa durata, cioè egli riduce la domanda di *valore di durata* a una domanda di *uguaglianza di durate* o simultaneità di eventi. Nel caso in esame, quello della caduta di un sasso da una torre, le durate sono quella del tempo che il sasso, una volta lasciato cadere, impiega per arrivare a terra e quella del tempo che serve alla lancetta di un cronometro a percorrere un certo angolo di cerchio.

Si noti che il fisico non si domanda che cosa sia il tempo in senso astratto o dal punto di vista filosofico. Analogamente il fisico non si domanda cosa sia lo spazio, ma si domanda, per esempio, come misurare l'altezza di una torre, oppure non si domanda cosa sia la massa, ma si domanda come misurare la massa di un sasso. In definitiva, il fisico desidera progettare gli strumenti che gli permettano di misurare le grandezze fisiche di suo interesse, quali il tempo, lo spazio e la massa.

In particolare, per realizzare le misure di durate di tempo, il fisico costruisce uno strumento, cioè un cronometro di un qualche tipo, che gli permetta di rispondere, entro i limiti di sensibilità e precisione del cronometro stesso, se due durate sono uguali oppure no. Si noti altresì che ogni misura di durata è imprecisa. Essa è, in definitiva, la misura di un *intervallo tra due valori*, un valore minimo di durata e un valore massimo di durata. Per esempio, quando il fisico dice “un giorno dura 24 ore” afferma che sicuramente dura più di 23 ore e meno

di 25 ore (l'intervallo di precisione della misura è quello associato all'ultima cifra dichiarata nel numero indicato, cioè 24 nel nostro caso).

Si vede allora che l'affermazione di una verità scientifica è sostanzialmente l'affermazione di risultati di misure che debbono poter essere ripetute con uno strumento, più o meno sofisticato, e che questo strumento deve poter essere ricostruito (si ricordino *le sensate esperienze e le dimostrazioni necessarie* di Galileo Galilei).

Così la verità scientifica è qualcosa che può essere falsificata da un esperimento che non confermi le misure aspettate (facciamo qui riferimento alla falsificabilità di una teoria scientifica sostenuta da Karl Popper). Ovviamente ci sono altri approcci alla definizione del concetto di verità scientifica, ma ora non ci soffermiamo ad analizzarli.

Come sorgono le teorie scientifiche?

Attraverso gli strumenti, i fenomeni esterni vengono ridotti a numeri (o a coppie di numeri che sono gli estremi degli intervalli delle misure, o a distribuzioni di numeri che sono i valori di molte misure ripetute facendo gli stessi esperimenti) e questi numeri vengono posti in relazione ad altri numeri provenienti da altre misure attraverso equazioni in una qualche teoria matematica. Per mezzo di queste relazioni, descritte da equazioni, lo scienziato formula una teoria scientifica.

Per esempio, la teoria della gravitazione universale viene formulata dall'equazione  $F = G M_1 M_2 / d^2$ , che specifica la relazione tra la forza  $F$  di attrazione tra due masse, le due masse  $M_1$  e  $M_2$  che si attraggono e la loro distanza  $d$ . In questa relazione interviene anche il numero  $G$  che è una costante indipendente dalle masse e anche dalla distanza tra esse. La costante  $G$  è necessaria per stabilire l'esatta uguaglianza tra il

numero a sinistra e quello a destra del segno = (assumendo che la forza, le masse e la distanza vengono misurate usando unità di misura fissate, per esempio, il newton per la forza, il chilogrammo per la massa e il metro per la distanza).

Si noti poi che l'equazione della gravitazione universale è asserita solo nei limiti della precisione delle misure e nulla si dice in effetti riguardo alla realtà in sé. È pertanto improprio affermare che il libro della natura è scritto *esattamente* in termini matematici, come affermato da Galilei. Resta tuttavia il fatto sorprendente che, nei limiti della precisione delle misure, il moto di gravi si accordi bene con tale equazione. E ciò riguarda non solo l'attrazione che la Terra esercita su un sasso o un grave qualsiasi, ma anche, per esempio, quella che il Sole esercita sulla Terra. Questa è, in effetti, la grande intuizione di Isaac Newton, quando ha proposto la legge di gravitazione universale nel suo libro sui "Principi Matematici della Filosofia Naturale" e le misure astronomiche dell'epoca l'hanno confermata.

Newton, in effetti, ha fatto di più, è andato oltre. Da grande matematico qual era, è riuscito a ideare il linguaggio, quello del calcolo integro-differenziale, in cui le equazioni della meccanica potevano essere formulate e poi anche risolte (il calcolo integro-differenziale è stato indipendentemente proposto anche da Gottfried Leibniz). La scrittura del libro della natura in termini matematici allora, in questo senso, non sorprende più poiché sono stati gli uomini (in questo caso Newton e Leibniz) che hanno costruito il linguaggio matematico in maniera tale da rendere una tale descrizione possibile e semplice.

Intermezzo.

*Concordanza delle leggi scientifiche della "teoria oggetto di studio"*

e della “teoria degli strumenti di misura” usati negli esperimenti.

Lo strumento che realizza la misura, che cioè associa al fenomeno fisico un numero, funziona come desiderato, perché è basato sulla legge che regola il fenomeno fisico che accade quando si utilizza lo strumento. Tale legge deve ovviamente essere già nota allo sperimentatore che costruisce e utilizza lo strumento. Pertanto lo strumento serve per trovare una legge *nuova* (una legge della teoria oggetto di studio) basandosi su una legge *vecchia* (quella che regola il funzionamento dello strumento). Tale legge vecchia è sfruttata dallo sperimentatore in modo tale che lo strumento misuri la grandezza fisica di interesse.

Può accadere anche che la legge nuova di cui si va alla ricerca attraverso gli esperimenti, è una versione più accurata della legge vecchia e, una volta trovata, determina lo sviluppo dello strumento che, dopo essere stato migliorato, riuscirà a fare misure più precise e pertanto a suggerire leggi nuove sempre più accurate. In questo processo di miglioramento delle leggi e degli strumenti, possiamo dire, usando una terminologia matematica, che lo sviluppo delle teorie scientifiche va verso *un punto fisso*, quello in cui “la teoria oggetto” che si vuole formulare, concorda con “la teoria del funzionamento degli strumenti di misura”, almeno per l’insieme dei fenomeni che sono rilevanti per entrambe le teorie.

Per esempio, quando Galilei ha usato il cannocchiale per le sue osservazioni dei pianeti che erano in accordo con la teoria copernicana del sistema solare, ha sfruttato le conoscenze della teoria dell’ottica del suo tempo, secondo cui il cannocchiale ingrandisce gli oggetti lontani, ma ne non aumenta il numero (per quanto strana questa ipotesi di funzionamento del cannocchiale possa sembrare). Un problema, al



riguardo, poteva sorgere perché, osservando il pianeta Saturno, gli anelli apparivano a Galilei nel suo cannocchiale come due altri piccoli pianeti vicini a Saturno.

Possiamo dire allora che la teoria copernicana si basa sulla sua concordanza con la teoria dell'ottica che garantisce l'accuratezza delle osservazioni fatte con il cannocchiale (come, per esempio, l'osservazione della posizione di Saturno, dei satelliti di Giove e delle fasi di Venere).

Si noti anche che la visione attraverso lenti, oltre ad ingrandire le immagini degli oggetti, può generare, a causa dell'aberrazione cromatica, la colorazione delle immagini che in effetti non è la colorazione degli oggetti osservati.

Fine dell'intermezzo.

Misurando il tempo (con i cronometri), lo spazio (con il metro) e le masse (con le bilance) il fisico scopre certi *invarianti* dei fenomeni naturali. Tali invarianti sono le leggi fisiche che sono, in un certo senso, stabili nel divenire degli eventi fisici in natura.

Per esempio, come abbiamo detto sopra, la legge della gravitazione universale per cui i gravi cadono al suolo con l'accelerazione di gravità, risulta stabile nel tempo ed è indipendente dalla massa dei gravi. L'accelerazione dipende solo dalla distanza dal centro di massa della Terra. Infatti, usando la legge di gravitazione universale, possiamo misurare l'altezza di una montagna attraverso la misura dell'accelerazione di gravità sulla cima di essa. Allora, l'altezza della montagna si misura dal centro della Terra e non dal livello del mare (anche perché il livello del mare non è costante: si pensi, per esempio, al fenomeno dell'acqua alta a Venezia).

Sulla conoscenza degli invarianti e delle leggi si basa lo

sviluppo delle varie scienze. In biologia, per esempio, il fatto che la temperatura corporea dell'uomo è di 37 gradi centigradi permette di codificare ciò che è patologico e ciò che non lo è. E poi, sfruttando le leggi biologiche e gli effetti biologici di certi composti chimici, si definiscono i protocolli di terapia delle malattie. Così si sviluppano le scienze mediche.

Ci convinciamo allora facilmente che la scoperta delle leggi fisiche, chimiche e biologiche (e di altri campi scientifici) è pertanto di fondamentale importanza per l'uomo e la sua vita sulla Terra.

Sorgono ora alcune domande importanti. Le formuliamo in relazione alla fisica, ma ovviamente sono relative anche ad altri campi scientifici.

1. Le leggi fisiche sono effettivamente stabili nel tempo oppure possono cambiare? E se possono cambiare, in che senso possiamo dire che le leggi fisiche sono *vere*?
2. Dalla scoperta delle leggi fisiche si passa alla formulazione di alcune teorie (per esempio, la teoria della gravitazione universale e la teoria dell'evoluzionismo): in che senso queste teorie sono un modello *esatto* della realtà?
3. La realtà esterna può essere descritta in modo completo dai valori di un opportuno insieme di misure fatte con opportuni strumenti e dalle teorie che in base a queste misure vengono formulate?

Cercheremo di rispondere, anche se in modo parziale, a queste domande attraverso le seguenti riflessioni.

Le leggi fisiche permettono la spiegazione dei risultati degli esperimenti, cioè hanno un carattere *esplicativo* su ciò che è avvenuto.

Esse hanno anche un carattere *predittivo* su ciò che avverrà in futuro. Per esempio, se si mantiene la temperatura dell'ac-

qua per un tempo sufficiente al di sotto di zero gradi, allora l'acqua si congelerà e si formerà il ghiaccio.

Questo carattere predittivo è di grande importanza perché determina lo sviluppo della tecnologia. Per esempio, lo sviluppo della misura del tempo con gli orologi è stato determinato dalla legge, scoperta da Galileo, dell'isocronismo delle piccole oscillazioni del pendolo (si noti, per altro, che questa legge della meccanica classica non è esattamente vera perché, come l'esperto sa, per ogni angolo  $\alpha$  diverso da 0, il valore di  $\sin(\alpha)$  è diverso  $\alpha$ ).

Allo stesso tempo il carattere predittivo della scienza ha in sé un pericolo, che è quello di poter suscitare nell'uomo "un delirio di onnipotenza". Questa onnipotenza consiste nel credere che, a poco a poco, si conosceranno tutte le leggi della natura e sfruttandole, si riuscirà a costruire strumenti sempre più avanzati, e a metter a punto tecnologie per cui si riuscirà a dominare la natura attorno a noi e a realizzare tutto ciò che vogliamo.

A ben vedere questa prospettiva dello sviluppo della scienza verso una teoria che riesca a spiegare "il tutto della realtà" e permetterà di dominare e soggiogare la realtà in modo completo, non è storicamente giustificata. Infatti, nel corso della storia, è accaduto che si sono dovute proporre nuove teorie scientifiche, inconsistenti con quelle considerate valide fino a quel momento. È stato necessario proporre nuovi paradigmi scientifici per spiegare i risultati di nuovi esperimenti (si pensi a quanto indica Thomas Kuhn nel suo lavoro su: "La struttura delle rivoluzioni scientifiche"). Per esempio, per la spiegazione di alcuni fenomeni elettromagnetici si è dovuta proporre la teoria delle *relatività ristretta* per cui non vale la costanza della massa, come nella meccanica clas-

sica e, invece, si stipula che la massa varia al variare della velocità.

Inoltre, alcune teorie scientifiche hanno posto limiti alla precisione delle misure e pertanto hanno stabilito limiti alla crescita indefinita della tecnologia. In particolare, sempre nella relatività ristretta, sappiamo che la massima velocità possibile è quella della luce e che, per il principio di incertezza di Heisenberg, non si possono misurare con una precisione grande a piacere la posizione di una particella e la sua quantità di moto.

Ci sono dei limiti intrinseci anche nel linguaggio astratto della matematica in cui le leggi vengono descritte, anche se, come dice Platone nel Fedone, “la verità si manifesta all’uomo solo nel metodo matematico”. La matematica è limitata, non solo nella sua capacità di descrivere la realtà fisica esterna, ma anche sorprendentemente nella capacità di descrizione degli oggetti matematici stessi. In particolare, al riguardo è spesso menzionato il teorema di incompletezza di Kurt Goedel che afferma che nell’aritmetica (cioè nella teoria dei numeri naturali con le operazioni di somma e di prodotto e l’assioma di induzione matematica) esistono delle formule di cui non esiste la prova e non neppure esiste la prova della negazione di quelle formule. Un altro modo di enunciare questo risultato è quello di asserire che una qualsiasi prova di consistenza di un sistema logico che descriva le proprietà dell’aritmetica può essere fatta solo per mezzo di regole di inferenza che non sono formalizzate nello stesso sistema logico.

Questo risultato di Goedel implica un’inerente incapacità di modellare la realtà matematica dei numeri naturali, cioè 0, 1, 2, ecc. (che è una realtà esterna mentale e pertanto soggetta solo a esperimenti mentali) attraverso un linguaggio logico

formalizzato (quale quello di una teoria logica del primo ordine). Viene distrutto così il sogno Hilbertiano secondo cui ogni proposizione vera nell'aritmetica può essere dimostrata valida o non valida usando i metodi dell'aritmetica stessa.

Le limitazioni del linguaggio della matematica si osservano anche nel processo di modellazione della realtà fisica fuori di noi e in particolare nella meccanica classica. In effetti, Henry Poincaré ha dimostrato che la soluzione del problema dei tre corpi non si può esprimere in forma chiusa con funzioni esponenziali, che cioè il movimento dei tre corpi, quando essi siano assoggettati alla legge di gravità, non può essere descritto in modo esatto in forma analitica chiusa con costanti e funzioni elementari. (Una soluzione approssimata può, invece, essere data usando metodi numerici.)

Dobbiamo allora concludere che la matematica riesce a descrivere la realtà delle leggi fisiche solo *fino ad un certo punto* e concordiamo con Blaise Pascal condividendo quello che egli asserisce circa la ragione umana: “il passo finale della ragione è quello di percepire il suo limite”.

Queste limitazioni della matematica ci indicano con quanta prudenza e umiltà dobbiamo asserire la verità delle leggi fisiche.

Concludiamo queste nostre considerazioni sulla incapacità del modello scientifico di *esaurire tutta la realtà esterna*, esaminando la realtà dell'agire dell'uomo, i suoi affetti, la sua coscienza. In questo campo crediamo che tale incapacità di avere un modello scientifico sia particolarmente evidente.

Le dimensioni affettive dell'uomo non si possono ragionevolmente ridurre alla misura di grandezze fisico-chimiche del cervello, anche se stimoli fisici e sostanze chimiche possono alterare lo stato di coscienza dell'uomo.

La libertà e la volontà, che sono espressioni essenziali della nostra umanità, non possono essere ridotte a stati neuronici e a epifenomeni emergenti. Quali sarebbero le leggi scientifiche che libertà e volontà umane seguono, dal momento che la libertà è libertà in quanto non segue una legge prefissata? Oppure si potrebbe sostenere che l'uomo non è libero? Ma se l'uomo non fosse libero, allora non avrebbe senso asserire il valore morale delle sue azioni e l'uomo non sarebbe neppure responsabile dei suoi atti.

Nella realtà dell'uomo c'è un surplus che va ben al di là delle quantità misurabili attraverso strumenti ed esperimenti scientifici.

In definitiva, credo, dobbiamo guardare all'uomo e alle cose attorno a lui come a un mistero che a poco si dispiega, come un mistero che ci meraviglia e ci affascina, anche se sentiamo nel profondo che non riusciremo mai a comprenderlo in tutta la sua complessità e profondità. E questa è anche la ragione del fascino della ricerca scientifica che aspira a una più piena verità sull'uomo e su ciò che è attorno a lui

Prefazione .....	7
<i>(Giandomenico Boffi, Maurizio Botta)</i>	
Anche la scienza ha bisogno di sognare .....	9
<i>(Giandomenico Boffi)</i>	
Scienza e fede nel nuovo umanesimo .....	17
<i>(Bruno Botta, Ilaria D'Acquarica)</i>	
Il viaggio di un chimico farmaceutico nella fede .....	21
<i>(Maurizio Botta)</i>	
«Tra» empirico e trascendentale. La specificità dell'umano all'interno del paradigma evolutivo .....	33
<i>(Calogero Caltagirone)</i>	
«Il Regno dei Cieli somiglia a...». Una parabola per l'oggi indirizzata a sensibilità scientifiche .....	49
<i>(Carlo Cirotto)</i>	
Il tempo nella ricerca contemporanea. ....	63
<i>(Livio Conti)</i>	
Desiderio di sapere e bisogno di credere: un ossimoro o un falso problema? .....	75
<i>(Marco De Spirito)</i>	

Fede e teologia dinanzi allo sviluppo delle neuroscienze . . . . .	89
<i>(Luis Oviedo)</i>	
Alla ricerca della verità oltre la verità scientifica. . . . .	113
<i>(Alberto Pettorossi)</i>	
Grafene e nanotecnologie per un nuovo umanesimo. . . . .	125
<i>(F. Valentini, G. Rizzitelli, E. Granata)</i>	