

CHE COS'E' LA SCIENZA?

Di Paolo Agnoli, Febbraio 2017



“Scienza è credere nell’ignoranza degli esperti”
[Richard Feynman]

Una convinzione molto diffusa (anche tra filosofi e scienziati) è che la scienza debba analizzare i fatti per ‘scoprire verità’ sul mondo. Secondo questa visione le affermazioni scientifiche sarebbero **oggettive** in quanto descriverebbero fedelmente ciò che è **‘la fuori’**. Così funzionerebbe la scienza.

Tenterò qui di chiarire, ciononostante, che molti autorevoli filosofi e qualificati scienziati ritengono invece che i ricercatori sperimentano e osservano la realtà partendo da prospettive **soggettive**. Il contenuto delle esperienze degli scienziati, secondo questi studiosi, varia quindi in base a queste **prospettive**, che sono influenzate dalla storia personale, la situazione contingente, l’apparato percettivo, il linguaggio, la cultura, lo stato interiore complessivo e le condizioni nelle quali questi scenari si



Gruppo di astronomi nella scuola di Atene di Raffaello, 1510 – Stanza della Segnatura, Palazzi apostolici, Città del Vaticano (un particolare, nell’immagine principale dell’articolo)

sono via via costruiti: la conoscenza così non sarebbe creata dal nulla nell'atto della misura o dell'osservazione.

E' infine consuetudine affermata degli scienziati, secondo questa concezione, raggiungere un **consenso razionale** di opinione intorno ai fatti e alla loro spiegazione, provando a persuadere la maggioranza attraverso la sperimentazione, l'osservazione, la logica e perfino la retorica.

Quindi sottolineo che, in questa interpretazione, la cosiddetta 'oggettività scientifica' è in qualche modo recuperata, in quanto le diverse comunità degli esperti possono raggiungere altissimi livelli di **intersoggettività**, nonostante i loro membri siano partiti da **conoscenze di sfondo (prior)** molto diverse. (Ricordo che per intersoggettività in filosofia si intende la relazione fra più persone che concordano sui significati e sulla definizione di una situazione).

I risultati dell'indagine scientifica sono davvero 'oggettivi'?



Trionfo della verità di Hans von Aachen, Monaco, Alte Pinakothek

L'idea che la scienza sia una attività che deve scoprire e analizzare fatti in modo 'oggettivo', ovvero prescindendo dalla prospettiva individuale di ogni singolo scienziato, ricorre frequentemente nel lavoro di alcuni filosofi della scienza (anche sulla base di convinzioni radicate di molti scienziati), primo fra tutti Karl Popper (cito al riguardo il libro *Logica della scoperta scientifica*), ed è quella sicuramente più popolare fra i non addetti ai lavori.

Questo punto di vista è collegato all'affermazione che lo scopo della scienza è trovare **'la verità'** sul mondo, ed è proprio in base a ciò che noi avremmo ragione di credere nella 'verità' delle nostre (più affermate) **teorie scientifiche**. Secondo questo quadro, la scienza progredisce verso la 'verità' aggiungendo pian piano verità parziali e eliminando le **'falsità'**.

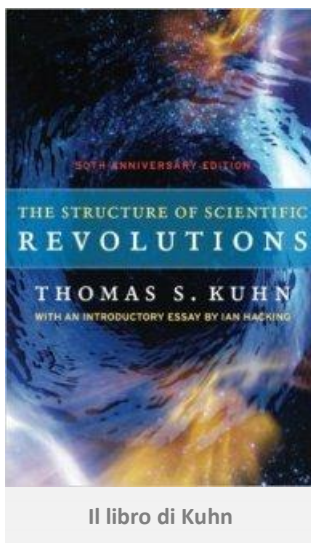
Per prima cosa si può però notare, come presentato e discusso per esempio in dettaglio nella voce *Scientific Objectivity* della Stanford Encyclopedia of Philosophy a cura del filosofo della scienza Julian Reiss, che le teorie scientifiche spesso non solo cambiano moltissimo, ma **competono** per avere un posto tra quelle che gli scienziati ritengono essere le migliori nel fornirci una spiegazione del mondo.

Così molti filosofi hanno asserito che la relazione **tra esperimento** (o osservazione: non è possibile riprodurre in laboratorio lo scoppio di una supernova o l'evoluzione della specie umana!) **e teoria** è molto complessa e che sono frequenti influenze in entrambe le direzioni. Secondo questa concezione è difficile riferirsi ad una presunta oggettività scientifica come se questa nascesse dal nulla e fosse libera da pregiudizi e **valori a priori**.

Una delle critiche in questo senso più famose è senza dubbio quella del fisico e filosofo della scienza Thomas S. Kuhn (si veda il libro *The Structure of Scientific Revolutions*). L'analisi di Kuhn parte dall'assunto che gli scienziati affrontano sempre i problemi legati alle loro ricerche attraverso **le lenti di un paradigma**, definito da un set di specifici assiomi, presupposti metodologici, tecniche, consuetudini e altro. Secondo questo studioso il progresso scientifico, e il funzionamento della ricerca di ogni giorno, avvengono dentro paradigmi di questo genere, che guidano il lavoro del singolo scienziato e stabiliscono altresì gli standard della comunità scientifica nel giudicare tale attività.



La Nebulosa Granchio è la nebulosa associata alla supernova SN054.



Come ho provato a mostrare nel libro *Probabilità e scelte razionali. Una introduzione alla scienza delle decisioni*, scritto con il fisico Francesco Piccolo, secondo molti scienziati e filosofi in ogni caso **le credenze, basate su esperienze e conoscenze pregresse di ogni singolo ricercatore, fanno parte naturale dell'indagine scientifica**. Scrive al riguardo Giulio D'Agostini (per esempio nell'articolo *Bayesian Reasoning in High-Energy Physics: Principles and Applications*), un fisico sperimentale che da anni si interroga con passione su alcuni aspetti epistemologici legati alla sua professione:

“Basta osservare attentamente come la scienza di frontiera compia progressi, anziché cercare rifugio in un concetto idealizzato di obiettività [...] Lo statistico D. Berry [...] si è divertito a contare quante volte Hawking utilizza i termini ‘credenza’ e ‘credere’, o loro sinonimi, nella sua ‘Breve storia del tempo’. Nel suo discorso, Berry fa osservare che il libro avrebbe potuto essere intitolato ‘Breve storia delle credenze’”.

Molti possono rimanere perplessi al pensiero che le conclusioni scientifiche possano dipendere dal **pregiudizio**, per esempio, perfino su una grandezza fisica. La validità delle basi sperimentali e la coerenza logica della conoscenza che proviene dall'indagine scientifica – secondo la concezione più tradizionale – devono essere fornite da regole metodologiche rigorose, al fine di assicurare che fattori soggettivi, come pregiudizi personali, coinvolgimenti emotivi o interessi privati, vengano totalmente rimossi. La storia della scienza dimostra invece che gli scienziati più famosi hanno sempre condizionato le loro metodologie di ricerca **con le loro credenze**, le loro opinioni e le loro intuizioni personali in diversi modi, spesso anche senza rendersene conto o senza darne esplicita e formale comunicazione (tra gli altri, si sofferma a lungo su questo il fisico e critico della scienza Marcello Cini nel libro *Un paradiso perduto. Dall'universo delle leggi naturali al mondo dei processi evolutivi*). Tale soggettività comprendeva idee, intuizioni, credenze forti, interpretazioni scientifiche di principi di base, che essi avevano elaborato e acquisito durante i propri studi o su cui avevano ricevuto adeguate informazioni: si fondava, cioè, **su osservazioni e riflessioni precedentemente elaborate da loro stessi, o da altri**. Il neuroscienziato Nicola Canessa (in una comunicazione personale) mi sottolineava recentemente (lui si riferiva al suo ambito, ma ritengo la considerazione interessante in generale) che la ‘soggettività’ appunto

“non dipende solo dal contesto ‘personale’ dello scienziato (percorso di studi, credenze, ecc) ma anche da fattori esterni che definirei ‘prossimali’ (ad es. il laboratorio ospitante) e ‘distali’ quali il meccanismo di peer-review, che è assai conservativo. In parole semplici, se si invia ad una rivista un articolo nel quale si mostrano dati e conclusioni che vanno contro teorie consolidate si può star sicuri che prima di essere pubblicato riceverà attenzione e controlli del tutto particolari, soprattutto se prodotto da ricercatori giovani”.

Questo potrebbe essere giudicato non del tutto salutare, ma va detto che probabilmente gli atteggiamenti descritti sono virtualmente inevitabili. Come del resto scriveva l'astronomo e divulgatore scientifico Carl Sagan, *“Extraordinary claims require extraordinary evidence”*.

Anche se la parola pregiudizio ha nel linguaggio corrente un significato prevalentemente negativo, in realtà, voglio dire, rappresenta semplicemente un giudizio (più o meno affidabile) basato su esperienze acquisite in precedenza.

Come sottolinea sempre D'Agostini, **la conoscenza non si crea quindi dal nulla** nell'atto della misura. Nella maggior parte dei casi ciò di cui veniamo a conoscenza è soltanto un aggiornamento dei dati noti acquisito mediante fatti nuovi.

Poniamo ad esempio, invita a riflettere D'Agostini, che la misura della temperatura di una stanza, effettuata con un termometro digitale, risulti alla lettura di 21.7°C: tale misura, pur essendo affetta da un'incertezza pari a 1/10 di grado consente comunque di ridurre l'intervallo di temperature che ritenevamo plausibili già prima della misura, ovvero compatibili con la sensazione di ambiente confortevole. Se il termometro avesse indicato 17.3°C, le nostre sensazioni fisiologiche ci avrebbero portato a dubitare del corretto funzionamento dello strumento, mentre se la temperatura segnata fosse stata di 2.5°C avremmo saputo con certezza che il termometro era guasto! I tre casi sopra citati propongono tre diversi esempi di gradi di aggiornamento della conoscenza, laddove, nell'ultimo caso, non esiste alcun aggiornamento (qualcosa abbiamo però imparato: il termometro è rotto!).

Kuhn sottolinea al riguardo che **la scelta stessa del tipo di strumentazione da utilizzare è influenzata dalle nostre aspettative.**

“In breve, la decisione di usare una particolare apparecchiatura e di usarla in un particolare modo indica che si dà per scontato in forma più o meno cosciente che si dovranno verificare solo circostanze di un certo tipo. Vi sono, oltre alle aspettative teoriche, anche quelle strumentali, e queste hanno spesso svolto un ruolo decisivo nello sviluppo scientifico”.

Per dirla con una espressione del filosofo Alexander Koyré (usata per esempio nell'articolo *Apport scientifique de la Renaissance*), gli strumenti sono davvero *“incarnazioni della teoria”*. Con ciò ovviamente non si vuole affermare che la scienza debba abbandonare la strumentazione convenzionale; si vuole solo mettere in luce che le scelte effettuate restringono inevitabilmente il campo dei fenomeni accessibili all'indagine scientifica. Prendere atto della natura soggettiva delle attività di ricerca sembra davvero essere inevitabile. Come afferma D'Agostini rifiutare questo aspetto equivale, in ultima analisi, **a confondere il 'mondo' con la scienza del mondo'.**

Sul falsificazionismo

Popper e altri studiosi hanno affermato che l'unico metodo scientifico valido sarebbe quello della cosiddetta **falsificazione**: ovvero la scienza farebbe progressi falsificando **teorie sbagliate** e promuovendo **teorie vere**. In realtà nell'indagine scientifica essendo incerti non solo i valori delle grandezze fisiche (come forse noto ai più), ma per diverse ragioni anche le 'leggi', ovvero i 'modelli di funzionamento' del mondo fisico, non sempre si procede falsificando tout court ipotesi o teorie. Come viene riassunto dallo storico della scienza Stefan Amsterdamski alla voce *Esperimento* dell'Enciclopedia Einaudi,

“È vero che dopo gli esperimenti di Lavoisier gli scienziati decisero di abbandonare la teoria flogistica, ma non è vero che de jure questa fosse l'unica possibilità. Non è affatto vero infatti che lo scienziato decida di abbandonare la teoria accettata tutte le volte che ottiene risultati che la contraddicono. Anzi, talvolta preferisce cambiare le assunzioni che ha accettato fino a quel momento, basandosi sulla conoscenza di sfondo di cui dispone”.

Amsterdamski analizza alcuni esempi, tra cui uno molto noto. All'inizio del XIX secolo, l'astronomo Alexis Bouvard aveva osservato che l'orbita di Urano non andava d'accordo con la teoria di Newton.

Per spiegare l'anomalia osservata esistevano due possibilità: **o abbandonare la ben confermata teoria newtoniana, o supporre che esistesse un corpo celeste sconosciuto**, che perturbava l'orbita di Urano. La fiducia nella teoria di Newton indusse Bouvard ad avanzare l'ipotesi dell'esistenza di un pianeta sconosciuto.

“Così la teoria di Newton fu salvata da quello che, prima facie, appare come uno ‘stratagemma convenzionalistico’; cioè avanzando un’ipotesi che cambiava la nostra conoscenza di sfondo sul numero dei pianeti del sistema solare. E questa mossa ebbe successo”.

Tuttavia il medesimo atteggiamento non ebbe affatto successo nel caso di un’anomalia analoga osservata nell’orbita di Mercurio.

“A dispetto di molti anni di tentativi per spiegarla in base alla teoria newtoniana, essa non poté essere spiegata prima della formulazione, da parte di Einstein, della teoria generale della relatività. In questo caso, la liquidazione dell’anomalia osservata richiedeva la confutazione della teoria”.



Newton

Uno dei più importanti esperimenti di fisica compiuti nel secolo scorso (1904), **l’esperimento di Michelson-Morley**, fu interpretato da Hendrik Lorentz, e la sua interpretazione soddisfaceva tutte le condizioni fisiche, in modo tale che ogni corpo fosse in movimento rispetto all’**etere immobile o allo spazio assoluto**, subendo una certa contrazione nella dimensione parallela al moto. L’esperimento di Michelson-Morley, tuttavia, servì, come punto di partenza per lo sviluppo della **teoria della relatività e fu interpretato da Einstein in senso del tutto diverso**, anzi perfino opposto all’accettazione dello spazio assoluto. Il punto è che entrambe le interpretazioni danno una spiegazione completa di tutte le osservazioni note all’inizio del XX secolo. Un **experimentum crucis non avrebbe potuto davvero decidere fra queste due teorie**. D’Agostini fa a questo proposito ancora una affermazione a mio avviso molto istruttiva:

“Non ci sono dubbi che, se una teoria non è in grado di descrivere i risultati di un esperimento, essa vada scartata o modificata. Ma poiché non è possibile dimostrare la certezza di una teoria, diventa impossibile decidere fra tutte le (infinite) ipotesi non falsificate. Il metodo probabilistico permette di fornire una scala di credibilità a tutte le ipotesi considerate (o rapporti di credibilità fra ogni coppia di ipotesi)”.

Noi non riteniamo che qualsiasi evento possa accadere allo stesso modo, e neppure consideriamo tutti i modelli (ipotesi o teorie) di spiegazione dei nostri esperimenti alla stessa stregua (a parte appunto quelli manifestamente ‘falsificati’).

Scriveva il fisico Marco Valli in un articolo del 2012 (*Le domande della scienza*):

“Nell’autunno dello scorso anno l’ambiente della ricerca scientifica è stato vivacizzato da due annunci di possibili nuove scoperte: i neutrini superluminali di OPERA e il bosone di Higgs negli esperimenti ATLAS e CMS al CERN. Questi due risultati si presentavano con un livello di precisione delle misure molto diverso (superiore nel caso di OPERA), eppure nella comunità scientifica la maggior parte delle persone era molto meno convinta della correttezza dei risultati del primo esperimento, rispetto a quelli del secondo (confermati poi quest’estate) [...] come mai, nonostante l’evidenza in favore dei risultati di OPERA si presentasse molto più schiacciante rispetto a quella di ATLAS e CMS, nell’ambiente scientifico quasi tutti erano più propensi ad accettare il secondo risultato piuttosto che il primo? E’ semplice: la scoperta di OPERA, se confermata, avrebbe messo in discussione una teoria che ci ha dato un’infinità di risultati in accordo tra di loro e alla quale crediamo molto prima di fare l’esperimento [...] D’altro canto, il possibile risultato sulla ricerca del bosone di Higgs rappresenta qualcosa che già ci aspettiamo, perché il Modello Standard delle particelle elementari, che si è già mostrato capace di spiegare benissimo una grande quantità di fenomeni diversi, prevede l’esistenza di questa particella”.

Tra gli eventi ritenuti possibili ce ne sono quindi alcuni ai quali crediamo di più e altri ai quali crediamo di meno, così come, fra i modelli non falsificati, ne consideriamo alcuni più credibili di altri. Insomma, la scienza non fa progressi a ‘colpi di falsificazione’, ma seguendo **le indicazioni che ad un certo momento appaiono semplicemente più credibili**.

Sul metodo probabilistico

Secondo la visione che sto presentando, gli scienziati, utilizzando di fatto il **metodo probabilistico**, elaborano una classificazione delle ipotesi, valutata intersoggettivamente, per una opportuna considerazione. Tale classificazione è caratterizzata dalla produzione di uno **spettro di probabilità**.

Il ruolo di uno scienziato quindi non è quello di accettare o rifiutare ipotesi, ma assegnare loro probabilità. L'approccio probabilistico sembra così essere un tentativo che tenga davvero conto della **critica al processo di induzione** (relativo anche alla verificabilità delle teorie scientifiche) per elaborare una via di uscita plausibile. Con critica al processo di induzione mi riferisco qui per prima cosa al pensiero del grande filosofo David Hume, secondo cui il principio di causalità non si fonda su alcuna proprietà oggettiva delle cose, né su una ragione a priori, e, in effetti, neppure sulla base della sola esperienza. La regolarità dei fenomeni naturali (base delle leggi universali) non è garantita da alcuna prova. L'uomo è portato a credere a essa (il futuro assomiglia al passato) sulla base di una disposizione psicologica e istintiva come l'abitudine. Ma **la nostra esperienza del passato non può mai essere una prova certa per il futuro** (anche se, va detto, tutti scommetteremmo su alcune cose come se fossero sicure; tanto per fare un esempio banale, sul fatto che se lascio a se stesso un sasso ad una certa altezza esso 'certamente' cadrà sulla Terra, come abbiamo sempre visto fare).



Ritratto di Hume

Voglio qui indicare che il concetto di probabilità a cui sto facendo riferimento è il cosiddetto concetto di **probabilità soggettiva**, ovvero *'la misura del grado di fiducia che un individuo coerente assegna al verificarsi di un dato evento, in base alle sue informazioni'*.

Questa definizione è, in ultima analisi, basata sull'idea che la probabilità è legata allo stato di incertezza, e non soltanto al risultato di esperimenti ripetuti, e che le differenze nelle probabilità soggettive sono ascrivibili unicamente a differenze nell'informazione a disposizione dei singoli individui.

Questa forma di relativismo non si pone affatto fuori dal contesto razionale, tutt'altro. Argomenta a questo proposito uno dei più autorevoli filosofi della scienza italiani di sempre, Giulio Giorello, nel suo articolo *Relativismo*:

"Il grande matematico Bruno de Finetti ha sottolineato con forza come il compito del calcolo della probabilità sia quello di studiare i vincoli, le relazioni, le interdipendenze che debbono sussistere fra le probabilità attribuite da uno stesso individuo coerente a diversi eventi: tutte queste condizioni determinano la classe delle prospettive possibili, tra cui l'istinto è libero di scegliere. Tale libertà di scelta è stata fraintesa da tutti coloro che hanno temuto che questa iniezione di soggettivismo minasse alla base qualunque razionalità nella vita pratica e nella stessa impresa scientifica. Le parole di de Finetti mostrano, invece, come il relativismo non equivalga a una fuga nell'irrazionalismo, bensì suoni la campana a morto di qualsiasi forma di assolutismo".

In altre parole, argomenta Giorello, il relativismo ci rende inclini ad apprezzare le opinioni altrui come altrettanto degne delle nostre, e contemporaneamente a considerare le nostre come, appunto, **semplici opinioni**. Liberandoci così da presunzione ed arroganza intellettuali.

Gli scienziati, in ultima analisi, considerano diverse ipotesi simultaneamente, e continuamente le confrontano con i dati che si rendono via via disponibili. Dopo ogni nuovo confronto dati-teorie, **rivalutano la probabilità che ogni teoria sia corretta alla luce dei fatti**. Questo procedimento, chiarisce nel libro *L'invenzione della verità* il matematico e filosofo de Finetti già citato da Giorello,

"vuol sconsigliare l'inutile imprudenza di farsi garanti di una certa concezione per tutta l'eternità, quando il domani può smentirla, e quando il suo successo dipende dall'intrinseca sua capacità di affermarsi e durare in un certo periodo, capacità che non si può modificare, come un colpo di bacchetta magica, con il semplice espediente di conferirle la qualifica di verità assoluta".

Tuttavia, voglio sottolineare, l'attendibilità (**verosimiglianza**) di una teoria può essere di molti ordini di grandezza più alta di tutte le altre, ed in particolare ciò significa che la teoria in questione è accettata come se fosse 'vera' dalla comunità scientifica per tutti gli scopi pratici (si ricordi l'accenno alla legge di gravitazione universale cui facevo indirettamente riferimento poc'anzi, parlando del sasso lasciato a se stesso).

Queste specifiche considerazioni credo possono essere accompagnate al meglio con una citazione di uno dei più grandi fisici di ogni tempo, Richard Feynman (presa dal suo libro *The character of Physical Law*):



“Qualche anno fa ho avuto una conversazione con un profano sui dischi volanti – dal momento che sono uno scienziato io so tutto sui dischi volanti! Gli ho detto ‘non penso che esistano dischi volanti’. Allora il mio antagonista ha detto, ‘è impossibile che esistano dischi volanti? Puoi dimostrare che è impossibile?’ ‘No’, ho detto, ‘non posso dimostrare che è impossibile. È semplicemente molto improbabile’. Allora questi ha detto, ‘tu hai un atteggiamento molto poco scientifico. Se non puoi dimostrare che è impossibile allora come puoi dire che è improbabile?’. Ma questo è il modo di essere scientifici. È scientifico soltanto dire che cosa è più probabile e cosa è meno probabile e non dimostrare ogni volta il possibile e l'impossibile. Per spiegarmi meglio, gli avrei potuto dire: ‘ascolta, voglio dire che dalla mia conoscenza del mondo che vedo intorno me, penso che sia molto più probabile che le testimonianze sull’esistenza di dischi volanti siano un prodotto delle caratteristiche irrazionali conosciute dell’intelligenza terrestre piuttosto che opera razionale sconosciuta di intelligenza extraterrestre’. È solo più probabile. Tutto qui”.



Un disco volante?

E' come se gli scienziati **scommettessero su diverse ipotesi, e aggiornassero le loro opinioni** in base a nuove evidenze. Va solo sottolineato che la natura della scommessa può essere benissimo ipotetica, virtuale, e le affermazioni probabilistiche non necessariamente debbono essere verificate. Su questo si veda il libro di Giulio D'Agostini e un fisico di formazione, Dino Esposito, *Così è probabilmente. Il saggio, l'ingenuo e la signorina Bayes*, dove in modo convincente si sottolinea che altrimenti non potremmo nemmeno parlare della probabilità, che so, che la massa

o la carica dell'elettrone siano in un certo intervallo di valori, visto che il valore esatto non lo sapremo mai!

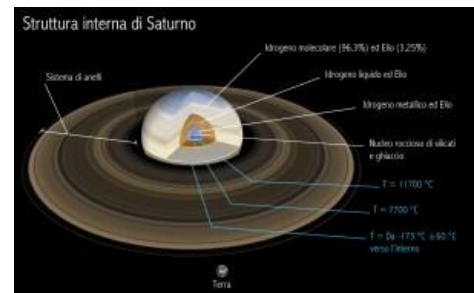
Esempi dalla pratica scientifica

Come ho provato a mettere in luce, **da un punto di vista idealizzato della scienza, le credenze teoriche dei ricercatori non dovrebbero avere effetto sui risultati** da questi ottenuti. Le credenze teoriche possono influenzare quali esperimenti o osservazioni sono condotte, ma i risultati reali sarebbero **determinati puramente dalla Natura**. Non è davvero difficile però produrre ancora esempi tratti dalla storia della scienza che smentiscono questa visione.

Albert Van Helden (nell'articolo *Saturn and his Anses*) ha esaminato la storia delle prime osservazioni al telescopio di Saturno. Mentre la maggior parte degli osservatori oggi, anche con immagini a bassa risoluzione, vede un pianeta con gli anelli, i primi osservatori, imitando le osservazioni di Galileo, notavano un pianeta con due lune giganti, una da ogni lato. L'analisi di Van Helden, seguendo lo sviluppo delle osservazioni da una fase 'a due lune' ad una fase 'ad anello', indica a mio avviso in modo assolutamente convincente che le illustrazioni inesatte di Saturno sono dovute non alla bassa qualità dei telescopi, **ma all'influenza che hanno avuto le prime osservazioni di Galileo sugli osservatori successivi**.

Un altro esempio può essere visto negli studi dei cosiddetti raggi-N all'inizio del Novecento. Dal 1903 al 1906, sono stati pubblicati centinaia di articoli sui raggi-N da circa cento scienziati e medici in tutta la Francia, con descrizioni dettagliate delle proprietà di questi raggi, dedotte dalle deboli linee e deboli flash che avrebbero prodotto su superfici bianche nelle camere oscure. Tuttavia, molti ricercatori non erano in grado di vedere queste linee. Sono dovuti passare molti anni prima che la comunità scientifica arrivasse a decidere che le prove sperimentali che sostenevano l'esistenza dei raggi-N fossero dovute **all'autoconvincimento degli**

sperimentatori che dichiaravano di averle osservate: le linee ed i deboli flash in realtà non erano mai esistiti. Infatti, chiunque fissi una superficie bianca abbastanza a lungo in certe condizioni inizia a vedere linee scure. Il giudizio di cosa costituisca un flash è poi, per usare un eufemismo, piuttosto soggettivo.



Struttura di Saturno

Ci volle più di un secolo e mezzo dopo la scoperta degli spermatozoi perché si arrivasse a capirne il ruolo nella fecondazione, e dovettero passare duecento anni dalla scoperta dei gameti maschile e femminile perché il concetto di fecondazione venisse formulato correttamente. Si vede anche qui bene **quale parte giocassero le rappresentazioni mentali dei vari studiosi** nell'interpretazione delle loro osservazioni, cioè, in ultima analisi, nell'edificazione del sapere scientifico. Propongo un ulteriore esempio, ripreso da quelli riportati da Kuhn:

“Un ricercatore che sperava di sapere qualcosa circa l'opinione degli scienziati a proposito della natura della teoria atomica, chiese a un famoso fisico e a un eminente chimico se un singolo atomo di elio fosse una molecola o no. Entrambi risposero senza esitare, ma le loro risposte non furono identiche. Per il chimico l'atomo di elio era una molecola, perché si comportava come tale rispetto alla teoria cinetica dei gas. Per il fisico, d'altra parte, l'atomo di elio non era una molecola, perché non presentava nessuno spettro molecolare. Presumibilmente entrambi parlavano della stessa particella, ma essi la consideravano secondo le differenti prospettive delle loro rispettive formazioni ed attività di ricerca. Le loro esperienze nel risolvere problemi avevano insegnato loro che cosa doveva essere una molecola. Senza dubbio le loro esperienze avevano avuto molti punti in comune, ma in questo caso, portavano i due specialisti a conclusioni diverse”.

Tutto lascia supporre quindi che le conclusioni scientifiche sono il risultato della **fusione delle credenze e delle interpretazioni presenti prima di effettuare esperimenti/osservazioni con l'analisi dei dati aggiornati.**

Anche Kant al riguardo, nella *Prefazione alla Critica della Ragion pura*, fa una utile e pertinente osservazione:

“Quando Galilei fece rotolare le sue sfere su di un piano inclinato con un peso scelto da lui stesso, e Torricelli fece sopportare all'aria un peso che egli stesso sapeva già uguale a quello di una colonna d'acqua conosciuta [...] fu una rivelazione luminosa per tutti gli investigatori della natura. Essi compresero che la ragione vede solo ciò che lei stessa produce secondo il proprio disegno, e che [...] essa deve costringere la natura a rispondere alle sue domande; e non lasciarsi guidare da lei, per dir così, colle redini; perché altrimenti le nostre osservazioni, fatte a caso e senza un disegno prestabilito, non metterebbero capo a una legge necessaria”.

Vorrei ancora mettere in luce che la visione che ho cercato sinora di presentare non cerca quindi rifugio in un concetto ideale di 'oggettività', ma cerca di fare i conti con il modo concreto con cui i ricercatori operano o possono operare al meglio, nel valutare i risultati dei loro esperimenti e delle loro osservazioni. **Spesso è legittimo perfino credere più ai propri pregiudizi che ai dati empirici** (quando ad esempio si usa uno strumento che sappiamo o ci convinciamo potrebbe non essere totalmente affidabile – come visto nel caso

del termometro di D'Agostini -, o quando si fanno per la prima volta misure in un nuovo campo o in un nuovo range di possibili valori di una specifica grandezza e così via). Questo tipo di prior può interferire moltissimo con i procedimenti osservativi. Sottolineo, tanto per fare anche un esempio basato su mie esperienze di fisico nucleare di formazione, che quando si osservano certe tracce su una lastra fotografica e le si interpretano come tracce di certe particelle cosmiche dotate di un'energia ben definita, si deve valutare se quest'interpretazione concorda con le ipotesi riguardanti l'origine delle particelle che si vogliono controllare. E la valutazione è basata, ovviamente, sulle diverse teorie fisiche, astronomiche e cosmologiche accettate in precedenza. **Anche i cosiddetti dati grezzi sono quindi per loro natura interpretati.** E anche per quanto riguarda la successiva valutazione di questi dati, va sottolineato che le appropriate e specifiche procedure di analisi non sono affatto 'neutrali'. Nella complessa valutazione delle prove queste procedure sono del resto applicate sensatamente solo da coloro che comprendono tutti i dettagli dell'esperimento.

Scienza e democrazia

Nella mia vita mi sono imbattuto spesso in differenti definizioni del concetto di scienza. Interessante e istruttiva a mio avviso è quella del fisico e filosofo John Ziman (si veda il libro *Public Knowledge: Essay Concerning the Social Dimension of Science*) che si riferisce alla scienza come la '*ricerca di un consenso su opinioni razionali tra tutti gli esperti competenti*'. Secondo Ziman i risultati ottenuti dai ricercatori offrono una prova empirica delle teorie scientifiche su cui confrontarsi. **La sperimentazione e l'osservazione, attraverso la logica, la matematica e perfino la comunicazione e la retorica** (è importante anche come si scrive un articolo e come lo si presenta in un seminario) offrono argomentazioni per convincere gli altri studiosi. Come la politica, e segnatamente la democrazia, **la scienza è una attività sociale i cui fondamenti risalgono proprio alla nascita della democrazia** nell'Antica Grecia.

In quel contesto ciò che era **bene o male, utile o dannoso, ma anche vero o falso**, era stabilito dagli uomini e **non dettato da autorità esterne** (come forse noto a tutti il rapporto con gli dei, in Grecia, era particolare e alquanto 'laico' in confronto a tutto ciò che accadeva nel resto del mondo). La democrazia in greco antico indica anche la moltitudine (*demos*), i "molti", e quindi la città e lo Stato sono il luogo dove i "molti" convivono, cioè la polis: la città che è il luogo, non solo fisico, dove si svolge la vita della moltitudine dei cittadini. Il filosofo Stefano Petrucciani, nel libro *Modelli di filosofia politica*, mostra come proprio nell'avvento della polis e nella nascita della dimensione 'politica' e 'democratica', intesa nel senso peculiare della tradizione occidentale, va rintracciata anche la genesi della filosofia e della stessa '**filosofia naturale**' (**scienza**) come tentativo di cercare delle risposte razionali alle drammatiche lacerazioni sociali e politiche che attraversano la vita della polis fin dalle sue origini:

"la discussione politica tra i cittadini e la filosofia nascono insieme, con un solo e medesimo parto".

La filosofia è letteralmente 'amore per la sapienza' e quella 'naturale' nasce come un sapere pratico il cui fine è sì quello di conoscere il mondo fisico, ma anche quello di studiare l'universo umano per orientare l'azione all'interno di esso. E' in questo contesto che si sviluppa anche il discorso razionale in generale, il *logos*, lo spazio di discussione dove conciliare *nomos* (lo spirito della legge) e *dike* (la giustizia). La ragione come viatico per la conoscenza ma anche per la convivenza pacifica e armoniosa della società umana.

Ultimamente si è parlato molto di Roberto Burioni, un docente universitario di virologia, che il 31 dicembre scorso ha pubblicato un post su Facebook in cui affermava esplicitamente che *“la scienza non è democratica”*. In questo caso a mio modesto avviso si fa, oltre che un possibile errore di comunicazione (‘lo sono io e voi non siete nulla’), e pur con le migliori intenzioni (chiarire che il parere di un esperto nella scienza non può contare come quello di un totale ignorante in merito), **un po’ di confusione fra la forma di democrazia intesa come votazione a suffragio universale, con la democrazia intesa come partecipazione alle scelte, prese a maggioranza, di una comunità di persone competenti e informate, selezionate per merito tra tutti i cittadini che volessero candidarsi a tale ruolo** (Del resto la nascita della democrazia non coincide affatto con l’applicazione del suffragio universale; è lo stesso Aristotele, in *La Politica*, a mostrarci che il diritto di parola era dato non solo esclusivamente agli uomini, ma a circa il 20% di coloro che quel diritto avrebbero ora nella Grecia moderna!). Come afferma il giornalista scientifico Pietro Greco (si veda per esempio l’articolo del giornalista Antonio Scalari *Perché la scienza non si comunica a suon di schiaffi*),



Idealistica ricostruzione dell’Acropoli di Atene (Leo von Klenze, 1846, Neue Pinakothek, Monaco di Baviera).

“La scienza, anche in termini epistemologici, ha valori intrinsecamente democratici. Fin dalla rivoluzione del Seicento, i membri della comunità scientifica raggiungono un consenso razionale di opinione intorno ai fatti osservati nel mondo sulla base di un insieme di valori...”

La scienza è un complesso di istituzioni e una comunità che discute, ‘vota’ e decide. Purtroppo anche con tutte le inevitabili storture, se vogliamo così definirle, che ne derivano, **patologie tipiche della democrazia reale:** lobby interne, gruppi di pressione esterni, interessi economici, fini personali nascosti, perfino diversi tipi di scorrettezze e vere e proprie truffe (si pensi ai casi come ‘Stamina’ ma anche a quelli come le ‘ricerche’ di scienziati di Harvard pagate dall’industria degli zuccheri al fine di sminuire il pericoloso collegamento tra alimenti zuccherati e problemi cardiaci). Del resto, come sottolineava Cini, *“non esiste, e non può esistere, una scienza fuori dal mondo”*. Dando voce però, almeno di norma, **solo a persone informate e competenti**, la scienza può almeno in parte rendere queste deformazioni meno influenti e decisive di quanto possa fare la democrazia convenzionale basata sul voto di tutti, informati o meno.

Faccio notare anche che la scienza è decisamente ‘democratica’, poi, per il modo in cui si diventa esperti, perché l’aspirante viene di norma valutato (sulla carta dovrebbe essere sempre così!) in modo **meritocratico** indipendentemente da qualunque tipo di provenienza ed origini personali. Quindi **la scienza è un sistema democratico epistocratico per eccellenza** e, sottolineavo in un mio recentissimo contributo per L’Undici ([Quale democrazia?](#)), dovrebbe farci riflettere il fatto che così tanto, negli ultimi secoli, abbia cambiato in meglio e in modo così impressionante le nostre vite (**cercare le vie per vivere meglio a livello collettivo non sarebbe tra l’altro il fine che si pone proprio la politica?**). A mio avviso, argomentavo in quell’articolo, così come la scienza avanza attraverso il confronto critico di persone competenti, anche la politica potrebbe meglio progredire seguendo una via in parte analoga.

Quando la verità non è ‘stabilita’ dagli uomini, ma ci è data a priori, come nelle visioni dogmatiche, la politica si riduce a espedienti da utilizzare con lo scopo di accrescere il potere dell’autorità, divina o umana. Ma quando si ambisce ad ‘avvicinarsi’ alla ‘verità’ **ricercandola infaticabilmente senza far ricorso a dogmi, così come fanno gli scienziati, la pratica democratica diventa indispensabile** perché si ha disperato bisogno di tanti e tanti altri esperti per riuscire a leggere e interpretare laicamente i ‘fatti’ in tutta la loro complessità, interagendo e discutendo. Questo aspetto è, credo, assolutamente peculiare della scienza **ed è quello che più la distingue dalla superstizione.**

Tutto ciò non significa certo sostenere che gli scienziati, a maggioranza, potrebbero decidere di accettare indifferentemente qualsiasi fatto o teoria. Significa che per apprezzare nel modo giusto un fatto o una

teoria adeguata della conoscenza bisogna prendere sul serio i processi scientifici, riferirsi cioè a come in realtà gli scienziati, nel labirinto di teorie ed esperienze, **giungono a scelte consensuali intersoggettive**, ma certamente non arbitrarie, che fanno avanzare le conoscenze. In questo senso alcuni (per esempio lo studioso di logica Paolo Garbolino, nel suo libro *I fatti e le opinioni. La moderna arte della congettura*) arrivano addirittura ad affermare che **la distinzione fra i fatti e le opinioni sia solamente una questione di grado**, ovvero di **gradi di probabilità**, e non di genere. Queste considerazioni suggeriscono perfino che, forse, anche le nostre migliori ipotesi scientifiche forniscono predizioni accurate soltanto in contesti determinati, in condizioni privilegiate, sotto idealizzazioni eleganti e plausibili, ma pur sempre soggettive, e grazie a un duro lavoro sperimentale che spesso impone dei correttivi ad hoc. Solo raramente, nei casi più felici, il progresso scientifico consiste nella scoperta di relazioni onnicomprehensive.

Scienza e apprendimento sociale

Tutto ciò che ho esposto indica, credo, anche l'importanza che rivestono la ricostruzione storica e l'analisi filosofica dei **concetti scientifici**. Nella situazione attuale, certo segnata da notevoli progressi tecnologici, vi è una preoccupante separazione tra le nostre (importantissime) abilità tecniche e la nostra incomprendenza filosofica dei concetti di base.

Come riassume il fisico e filosofo della fisica Max Jammer (si veda il libro *Storia del concetto di forza. Studio sulle fondazioni della dinamica*):

“l'attività meditativa dello scienziato moderno, il quale è più un tecnico che un filosofo, viene tesa al massimo dalla necessità di assimilare il rapido accumularsi delle informazioni relative al suo campo specifico di ricerca. Egli trova ben poche occasioni per permettersi una sosta sui problemi fondamentali connessi ai concetti stessi che egli applica”.

Albert Einstein, nello scrivere un'appassionata prefazione alla prima edizione di un importante lavoro sul concetto di spazio proprio di Jammer (*Storia del concetto di spazio. Con una premessa di Albert Einstein*), usa delle parole davvero emblematiche nel descrivere l'atteggiamento che di norma gli scienziati di mestiere dimostrano nei confronti dei concetti con i quali ogni giorno, direttamente o indirettamente, hanno a che fare:

“nel tentativo di giungere a una formulazione concettuale dell'insieme enorme e confuso dei dati di osservazione, lo scienziato fa uso di un gran numero di concetti assorbiti praticamente col latte materno e raramente o mai è consapevole del loro carattere eternamente problematico. Egli usa questo materiale concettuale, o, più precisamente, questi strumenti concettuali del pensiero, come qualcosa di ovvio, di immutabilmente dato; qualcosa che ha un valore oggettivo di verità che non si deve quasi mai, e in ogni caso non seriamente, mettere in dubbio. Come potrebbe fare altrimenti? Come sarebbe possibile la scalata di una montagna, se l'uso delle mani, delle gambe e degli strumenti dovessero essere confermati passo per passo dai principi della scienza meccanica? Eppure nell'interesse della scienza è necessario impegnarsi ripetutamente nella critica di questi concetti fondamentali in modo da non esserne dominati inconsciamente”.

La rinuncia ad avvicinarsi anche in maniera parziale a questi temi, da parte di chi poi viene riconosciuto come 'esperto' – tecnico o scientifico – dalla società, può davvero compromettere in modo serio l'onestà delle nostre prospettive intellettuali.

Come argomenta Cini i risultati delle decisioni collettive delle comunità scientifiche scaturiscono **anche da valutazioni di carattere metateorico**, che si riferiscono cioè alla utilità pratica di tali risultati, alla loro coerenza rispetto alle tradizioni culturali, alla loro adeguatezza rispetto alle aspettative sociali, etc., e che esprimono le spinte che sulle comunità scientifiche vengono esercitate dal tessuto sociale (anche con i 'difetti' cui prima accennavo).

È lecito così ipotizzare che **la conoscenza scientifica non sia altro che una forma specifica di apprendimento sociale**, sviluppatasi nel mondo moderno occidentale, non così diversa, dal punto di vista dei criteri di valutazione dell'efficacia rispetto alle aspettative, da altre forme di apprendimento sociale elaborate in altre epoche e in altre civiltà, intese a governare la natura **per fini socialmente condivisi**. Argomenta il matematico, ingegnere e filosofo Norbert Wiener (si veda il libro *Introduzione alla cibernetica*) che

“gli strumenti di laboratorio dello scienziato sono progettati e sagomati in conformità alle sue convinzioni teoriche; le azioni che egli compie sull'ambiente, modificandolo, sono anch'esse determinate dai suoi schemi cognitivi e dai suoi obiettivi, cosicché i risultati delle misure, che dovrebbero descrivere l'ambiente in modo oggettivo, non sono in realtà altro che un effetto delle operazioni effettuate dallo scienziato stesso [...] Ciò che lo scienziato vede è solo il risultato della sua interazione con l'ambiente, interazione che contiene pesantemente cose assai poco 'esterne', come gli scopi dello scienziato, le sue credenze, le sue teorie. ... tutti questi dipendono in modo critico, in primo luogo, dal periodo storico in cui vive, dalla sua condizione sociale e dalle conoscenze possedute, nonché dai risultati dei suoi stessi esperimenti [...]”.

Afferma ancora de Finetti, proponendo a mio avviso un sano realismo filosofico testimone della sua grande onestà intellettuale, ma anche di una semplice, quanto convincente, concezione della scienza.

“Sul piano accademico alligna in genere la civetteria di voler separare e collocare su uno sgabello più onorifico o certe speciali cose o certi linguaggi più pomposi per trattare di comuni cose, in modo da riservare a ciò che si colloca sullo sgabello, e negare a ciò che si lascia sul pavimento, la qualifica di scienza. Molti dei criteri di separazione adottati a questo scopo e delle discussioni cui conducono hanno indubbiamente valore e interesse da qualche punto di vista [...] ma ogni erezione di una qualunque siffatta distinzione a criterio di discriminazione accademica costituisce una mutilazione suicida: si uccide la scienza che è vita cui nulla è precluso, collocando al suo posto un feticcio imbalsamato e gonfio di cattedratica boria”.

Tutto ciò sembra proprio suggerire che anche nella scienza, come nella vita, **non esiste una sola verità**: ne possono esistere tante quante sono i sistemi di valori contrapposti, che stanno alla base delle affermazioni sulla natura ammesse al dibattito all'interno delle comunità disciplinari competenti. **Le misure sono prese, non date.**

La scienza senza credenze pregresse non ha senso. Questo non significa certo, come sottolinea anche de Finetti, schierarsi contro la scienza; bensì, **combattere ogni forma di scientismo** che assolutizza le straordinarie e meravigliose conquiste dell'impresa scientifica.

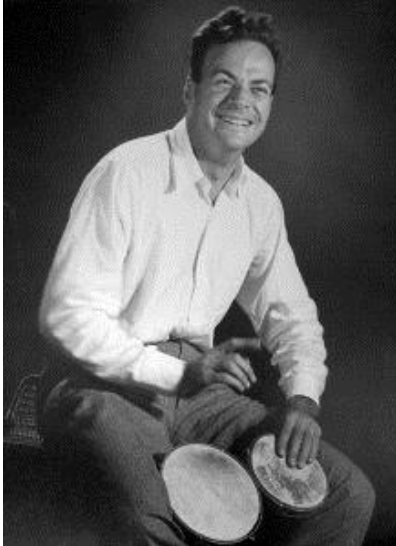
“La scienza, intesa come scopritrice di verità assolute, rimane dunque, e naturalmente, disoccupata per mancanza di verità assolute. Se cade infranto il freddo idolo marmoreo di una scienza perfetta, eterna e universale, che noi potremmo cercare soltanto di sempre meglio conoscere, ecco in sua vece al nostro fianco una creatura viva, la scienza che il nostro pensiero liberamente crea. Creatura viva: carne della nostra carne, frutto del nostro tormento, compagna nella lotta e guida alla conquista “.



Parte dell'acceleratore di particelle LHC del CERN di Ginevra

Conclusioni

Professor Bellavista (Luciano De Crescenzo): “Guagliù statem’a senti, questo è il bene (disegnando alla lavagna un punto interrogativo), e questo è il male (disegnando un punto esclamativo). Il bene è il dubbio, quando voi incontrate una persona che ha dei dubbi state tranquilli, vuol dire che è una brava persona, vuol dire che è democratico, che è tollerante. Quando invece incontrate questi qui (indicando il punto esclamativo), quelli che hanno le certezze, la fede incrollabile, e allora statev accort, vi dovete mettere paura, perché ricordatevi quello che vi dico: la fede è violenza, la fede in qualsiasi cosa è sempre violenza”.



Feynman

La conclusione di carattere generale che si può trarre da molte delle considerazioni precedenti è che dobbiamo imparare a **convivere razionalmente, anche in linea di principio, con l'incertezza**, perfino in un campo, considerato da tempo governato dall'oggettività, come quello delle scienze. Rinunciando a verità indiscutibili, oggettive, assolute e indipendenti dal nostro modo di 'scoprirle'. Feynman (si veda il libro *The Pleasure of Finding Things Out: The Best Short Works of Richard P. Feynman*) afferma a questo proposito:

“Nella scienza il dubbio è obbligatorio; è assolutamente necessario, per progredire in campo scientifico, il riconoscimento che l'incertezza gioca sempre una parte fondamentale. Per fare progressi nella conoscenza, dobbiamo rimanere modesti e ammettere di non sapere. Nulla è certo o provato al di là di ogni dubbio[...].E man mano che si acquisiscono nuove informazioni nelle scienze, non è che si sta pian piano trovando la verità, ma si sta solo stabilendo che questo o quello è più o meno probabile. Cioè, se si investiga ancora, si troverà che le affermazioni scientifiche non si riferiscono a cosa sia vero o meno, ma affermazioni di cosa sia

conosciuto con differenti gradi di certezza [...] Ognuno dei concetti della scienza sta su una scala graduata da qualche parte tra, ma a nessuna delle due estremità, assoluta falsità o assoluta verità [...] E' necessario, credo, accettare questa idea, non soltanto per la scienza, ma anche per altre cose; è sempre di grande valore riconoscere la nostra ignoranza”.

Il filosofo John Locke (e sottolineo anche medico) fece esplicito e istruttivo riferimento già nel 1690, in *Two Treatises of Government*, al **'twilight of probability'**:

“fare scienza è oggi una attività che si svolge non più nella notte dei secoli bui, né alla luce chiara dei lumi, ma nel crepuscolo della probabilità”.

Questo anche perchè, come ho provato a mostrare, oggetto dell'indagine scientifica non è la natura in sé, ma è sempre la natura subordinata al modo umano di porre il problema.

Il filosofo greco Protagora affermava che la verità non può essere concepita come sapere assoluto, espressione dell'immutabile natura delle cose, ma risulta relativa alla prospettiva e al campo di attività dei soggetti umani: **“l'uomo è misura di tutte le cose”** è la famosa frase che gli si attribuisce per riassumerne la filosofia. Locke da parte sua sottolineava che *“ogni uomo porta con sé la pietra di paragone per distinguere la verità dall'apparenza”*. Credo dovremmo accettare che ciò sarà sempre inevitabile.



Locke

Afferma il filosofo della scienza Peter Galison nel suo libro *How experiments end*:

“Gli esperimenti iniziano e finiscono in una matrice di credenze [...] credenza nei tipi di strumenti, nei programmi di indagine sperimentale, nei consolidati giudizi individuali su ogni comportamento locale di pezzi di apparato”.

E forse così, tutta la conoscenza umana è davvero una *“continua ritessitura di una rete di credenze”*, come afferma il filosofo Richard Rorty (nel libro *Objectivity, Relativism, and Truth: Philosophical Papers*). La scienza in questo senso non rinvia a criteri oggettivi, **ma infine a diversi e complessi vantaggi pratici**.

Con tutti i suoi limiti l'indagine scientifica, almeno fino a quando non scopriremo strategie migliori, è così anche lo strumento più efficace che abbiamo mai ideato e concordato per giudicare l'utilità di taluni nostri convincimenti.

Con lo scopo più o meno conscio, in ultima analisi, **di adattarci sempre meglio all'ambiente**, instabile e in parte davvero **imprevedibile**, che ci circonda.

Chi lo ha scritto



Paolo Agnoli

Paolo Agnoli è dottore, con lode, in fisica e in filosofia, sempre secondo il vecchio ordinamento. E' risultato uno dei vincitori del premio "Enrico Persico", bandito annualmente dalla Accademia Nazionale dei Lincei. Da anni è ormai appassionato di temi storici e filosofici relativi al dibattito scientifico. Attualmente dirige anche una azienda (Pangea Formazione) composta in larga maggioranza di ex fisici, che progetta algoritmi e modelli probabilistici a supporto del processo decisionale manageriale.