

V Forum Internazionale del Gran Sasso

**UN NUOVO RINASCIMENTO
PER L'EUROPA:
IL RUOLO DELLA RICERCA
E DELLA FORMAZIONE**

A cura di Don Emilio Bettini e Daniela Tondini

Teramo, 29 settembre - 1 ottobre 2022

ATTI



VOLUME 5 - PARTE 3

www.diocesiteramoatri.it
 www.unite.it
 http://forums.oa-abruzzo.inaf.it



INDICE
VOLUME 5 - PARTE 3

AREA 14	
Musica	9
Il nuovo umanesimo nei conservatori oggi	
<i>Tatiana Vratonjic, Federico Paci</i>	11
La musica e l'assedio del presente: progettare il futuro sulla consapevolezza del passato	
<i>Paola Besutti</i>	15
Il rinnovamento del pubblico come elemento di rinascita culturale: il contributo della formazione musicale	
<i>Luca Aversano</i>	25
Alle origini del Rinascimento. Le composizioni di Antonio Zacara da Teramo nel Codice Squarcialupi	
<i>Piergiorgio Del Nunzio</i>	29
Didattica dell'ascolto e del paesaggio sonoro: potenzialità formative per l'educazione al patrimonio culturale	
<i>Francesca Piccone</i>	39
Il progetto di Jia Ruskaja per l'Alta Formazione: la bottega rinascimentale come modello musicale, visivo e coreico	
<i>Nika Tomasevic</i>	49
Musica che cura. Riflessioni e metodologie di lavoro nel progetto di musicoterapia della Diocesi di Teramo	
<i>Letizia Gomato</i>	59
«Et hymno dicto exierunt in montem» (Mc 14,26) - E dopo aver cantato l'inno, uscirono verso il monte degli Ulivi (Mc 14,26)	
<i>Antonio Allegritti</i>	79
Progettare il possibile. Il sistema AFAM in una prospettiva di formazione, ricerca e internazionalizzazione	
<i>Maica Tassone</i>	83
Tavola rotonda	91

Università e conservatori di musica in dialogo: formazione, ricerca e terza missione <i>Paola Besutti</i>	93
Ricerca Artistica Musicale: un approccio innovativo alla realtà e alla conoscenza <i>Anna Maria Ioannoni Fiore</i>	97
I punti sulla ricerca nelle istituzioni Afam <i>Daniela Macchione</i>	103
Ricerca AFAM, sostenibilità e resilienza <i>Alessandra Colangelo</i>	119
Non note musicali, ma note di riflessione <i>Cesare Di Martino</i>	123
Il contributo dei centri studi e delle pro loco alla ricerca scientifica e artistica <i>Francesca Piccone</i>	127
AREA 15 A Not for Profit. Gratuità e Volontariato	129
Il lavoro come strumento di inclusione sociale: il caso Abruzzo <i>Maria Sandra Carballar Leal, Roberto Veraldi</i>	131
I CSV come agenti di sviluppo del volontariato sui territori <i>Chiara Tommasini</i>	155
La comunità educante competente come spazio di partecipazione condiviso per costruire in una direzione comune grazie alla diversità <i>Alessandra Martelli</i>	159
AREA 16 Psicologia	163
Di quale Università abbiamo bisogno? Arte, scienza e valori nella educazione e formazione <i>Prof. Dr. D. Florencio Vicente Castro</i>	165
La Sacra Sindone, un'icona decifrata dalla scienza, dall'arte e dalla spiritualità <i>Emanuela Marinelli</i>	171
Naturalizzare le terapie digitali nelle patologie croniche: prospettive di ricerca e pratica clinica attuali <i>Dina Di Giacomo</i>	191

L'alter altrui come una condizione di benessere psicologico, sociale, biologico, spirituale nella realtà in cui si opera <i>Alessandra Martelli</i>	195
La Psicologia, crocevia e risorsa inesauribile per un nuovo Rinascimento individuale e relazionale <i>Augusto Di Stanislao</i>	199
Le Pubbliche Amministrazioni e la promozione dell'imprenditorialità. Economia, apprendimento e talento <i>PD. Juan José Maldonado Brieigas, D. Florencio Vicente Castro</i>	205
L'arte come strumento per riscoprire il valore psicologico dell'"abbraccio" nell'era della digitalizzazione e della globalizzazione <i>Maura Ianni</i>	217
Il Volto della Nuova Umanità <i>Domenico Repice</i>	221
AREA 17 Ricerca e Cultura Scientifica	253
Indagini sul centro del sole e sulla creazione di materia <i>Francesco Vissani</i>	255
La fisica galileiana e lo spirito critico <i>Vincenzo Fano, Davide Pietrini</i>	263
Umanesimo tecnologico: le sfide epistemiche della scienza contemporanea <i>Marta Bertolaso</i>	273
AREA 18 Scienze del turismo	287
Gli Itinerari Culturali del Consiglio d'Europa Un approfondimento sugli Itinerari Culturali a tema religioso <i>Roberta Alberotanza</i>	289
AREA 19 Sociologia	307
Verso un nuovo umanesimo economico e sociale. Alla ricerca dell'impresa integrale: potenzialità e criticità del Modello Olivetti <i>Antonio Cocozza</i>	309

“La fabbrica era un bene comune”. Esperienze olivettiane <i>Emanuela Proietti</i>	315
L’architettura sociale di Adriano Olivetti e il nichilismo del nostro tempo <i>Angela Maria Zocchi</i>	337
Per una filosofia del lavoro nello scenario della complessità sociale <i>Andrea Velardi</i>	351
AREA 20 Sport	371
L’olimpismo come pensiero politico di pace <i>(Olympism as a political thought of peace)</i> <i>Luigi Mastrangelo</i>	373
L’uso dello sport come viatico culturale della pace. Alcuni elementi della guerra Russo-Ucraina <i>(Is Sport-development for peace still valid in Europe? Some elements from the Russian-Ukrainian War)</i> <i>Nico Bortoletto</i>	381
Tregua olimpica e dialogo interreligioso <i>(Olympic truce and interfaith dialogue)</i> <i>Cristina Dalla Villa</i>	391
Sport e politica internazionale tra diplomazia e strumentalizzazione <i>(Sport and international politics: between diplomacy and exploitation)</i> <i>Angelo De Marcellis</i>	411
Pratica sportiva e felicità: evidenze empiriche sulle abitudini degli italiani <i>(Sport practice and happiness: empirical evidence from Italian habits)</i> <i>Marco Di Domizio, Elena Fabrizi</i>	423
Codice Europeo di Etica Sportiva e Fair Play. I comportamenti di “pace” e la loro importanza nello sport a livello territoriale periferico <i>(European Code of Sport Ethics and Fair Play. The importance of “peaceful” behaviors in the sporting practice in small town)</i> <i>Danilo Di Ridolfo</i>	443
Il contributo dello sport alla risoluzione dei conflitti. Da Jesse Owens al caso Roman Abramovich	

<i>(The contribution of sport to conflict resolution. From Jesse Owens to the Abramovich)</i> Stefano Franchi	461
Raccontare lo Sport <i>(Telling about the sport)</i> Trifone Gargano	467
Quale socializzazione nello sport odierno? <i>(Which socialization in contemporary sport?)</i> Silvia Lolli	483
Quale socializzazione nello e per lo sport odierno? Riflessione sul tema sportivo da una prospettiva pedagogica <i>(Which socialization in and for contemporary sport? Reflection on the sports theme from pedagogical perspective)</i> Rosella Persi	503
AREA 22 Veterinaria	521
La ricerca negli Istituti Zooprofilattici Sperimentali: un impegno costante sulle tematiche più urgenti e attuali nel campo veterinario, a tutela della salute del cittadino attraverso la sicurezza degli alimenti e la salute degli animali che li producono <i>(Research projects of Zooprohylactic Institutes: a constant work on the most urgent and current issues in the veterinary field to protect human health through food safety and animal health)</i> Manuela Tittarelli	523
L'esperienza dell'IZS nel campo della produzione vaccini Gaetano Federico Ronchi	529
Le invasioni biologiche nel Mar Mediterraneo: minacce e opportunità Lucia Rizzo	535
RELAZIONI BREVI DI GIOVANI RICERCATORI Il controllo di filiera nelle carni bovine: rilievi chimici e microbiologici su carcasse e fegati al macello C. Lauteri, G. Ferri, D. Pellei, G. Scorzetti, A. Vergara	561
	563

Beef food chain control: chemical and microbiological evaluation of carcasses and livers in slaughterhouses <i>C. Lauteri, G. Ferri, D. Pelli, G. Scorzetti, A. Vergara*</i>	571
Disordini riproduttivi nello stallone equino: vecchi problemi, nuove soluzioni (Sexual disorders in horse stallions: old problems, new solutions) <i>Roberta Bucci, Salvatore Parrillo, Ippolito De Amicis, Domenico Robbe, Augusto Carluccio</i>	579
Un raro caso di semiplacenta diffusa in una bovina <i>Augusto Carluccio, Salvatore Parrillo, Ippolito De Amicis, Roberta Bucci, Brunella Anna Giangaspero, Francesco Castelli, Domenico Robbe, Giuseppe Marruchella</i>	575
Il fundus oculare nell'asino <i>Maria Cristina Pincelli, Brunella Anna Giangaspero, Salvatore Parrillo, Ippolito De Amicis, Michela D'Angelo, Augusto Carluccio</i>	603
La gravidanza gemellare nell'asina <i>Brunella Anna Giangaspero, Salvatore Parrillo, Ippolito De Amicis, Michela D'Angelo, Monica Probo, Roberta Bucci, Augusto Carluccio</i>	609
Latte d'asina di Martina Franca: caratteristiche igienico-sanitarie e analisi microbiologica (Martina Franca's donkey milk: hygiene-sanitary characteristics and microbiological analysis) <i>Alberto De Berardinis, Luca Pennisi, Gianluigi Ferri, Augusto Carluccio, Alberto Vergara</i>	621
Presenza di radionuclidi, metalli pesanti, PCB e diossine in merluzzo nordico (<i>Gadus macrocephalus</i>) salato e disidratato <i>Gianluigi Ferri, Carlotta Lauteri, Mauro Scattolini, Alberto Vergara</i>	639

La fisica galileiana e lo spirito critico

Vincenzo Fano, Davide Pietrini¹

Nel suo fondamentale *L'etica protestante e lo spirito del capitalismo* (1922) Max Weber inizia sottolineando come «Solo in Occidente vi è una 'scienza' con quello sviluppo che noi oggi riconosciamo 'valido'». ² Oggi per fortuna non diciamo più «solo in Occidente», perché la scienza si è diffusa in tutto il mondo; resta però il fatto che il suo metodo 'valido' si è sviluppato in Europa, da Platone e Aristotele fino a Galilei. Possiamo dunque dire che il metodo – meglio i metodi – che caratterizzano la scienza moderna sono parte fondamentale della cultura europea. Quale è la ragione per la quale noi riconosciamo come 'validi' i metodi della scienza moderna? Molti filosofi moderni, a partire da Descartes, hanno cercato un *ubi consistam*, un punto archimedeo, sul quale fondare i saperi. La discussione su questo tema – che continua ancora oggi – non è arrivata a una risposta. Non siamo riusciti a trovare una chiara spiegazione di come mai i metodi della scienza moderna funzionino, nel senso che producono teorie capaci di arricchire *stabilmente* il nostro patrimonio di conoscenze. Non esiste un solido terreno su cui appoggiarsi per edificare i nostri saperi. In altre parole, in una gara all'ultimo sangue lo *scetticismo*, cioè la teoria secondo cui non conosciamo nulla, vincerebbe. ³ Questa però, contrariamente a quanto si potrebbe pensare di primo acchito, non è una *débâcle*, perché lo scetticismo è uno degli elementi fondamentali dello spirito critico. In questo saggio vogliamo occuparci proprio di scienza moderna e spirito critico.

La scienza moderna nasce nella culla dello scetticismo. Popkin ha dimostrato il ruolo importante che ha giocato nella filosofia moderna, da Montaigne a Kant, la traduzione degli *Schizzi pirroniani* (1562)

¹ Dipartimento di Scienze Pure e Applicate, Università degli Studi di Urbino Carlo Bo.

² MAX WEBER, *L'etica protestante e lo spirito del capitalismo* (1922), Firenze, Sansoni 1983, p. 63.

³ ALAN MUSGRAVE, *Senso comune, scienza e scetticismo*, Milano, Raffaello Cortina Editore 1995.

di Sesto Empirico alla fine del Cinquecento.⁴ In Descartes, ad esempio, solo la bontà di Dio è garanzia della veridicità delle affermazioni che riguardano il mondo esterno; in Hume, neanche l'induzione e la causalità sono garantite, poiché il tentativo di giustificare la prima sulla base dell'esperienza cognitiva passata presuppone l'induzione ed è quindi circolare; la seconda è solo una nostra percezione soggettiva che non sappiamo se abbia un corrispettivo nella realtà; Kant stabilisce sì che noi possediamo conoscenze a priori universali e necessarie, ma esse riguardano solo il mondo delle apparenze (*Erscheinungen*), mentre il mondo della cosa in sé resta al di là dei limiti della nostra conoscenza. Del resto, lo scetticismo non è una novità nella filosofia, visto che ha origini leggendarie in Pirrone e il Socrate di Platone nell'*Apologia* (IV secolo a.C.) sostiene che la forma massima di conoscenza è proprio quella di sapere di non sapere. Possiamo quindi affermare che il primo principio dello spirito critico è la consapevolezza del fatto che, benché noi cerchiamo la verità, non siamo mai *certi* di averla trovata.

Dobbiamo dunque essere completamente scettici? Per fortuna no. Facciamo un esempio. Come racconta Aristotele, Democrito, spinto dal paradosso del Grande e del Piccolo,⁵ probabilmente già suggerito da Zenone – come riferisce Simplicio⁶ – introduce la nozione di atomo. Qualsiasi cosa sarebbe composta da un numero finito di atomi estesi e indivisibili, perché se fosse composta da un numero infinito di punti, o questi punti non avrebbero estensione e allora quel qualcosa sparirebbe, oppure se avessero un'estensione anche minima diventerebbe infinitamente grande. In questo modo possiamo comprendere la continuità dei corpi materiali come giustapposizione di un numero finito di parti. Aristotele sottilmente nota che si può spiegare il continuo anche senza atomi, sottolineando che le parti del continuo sono solo in potenza.⁷ Come ha raccontato Sorabji nel suo splendido libro sulla fisica ellenistica, *Time, creation and the continuum* (1983), il dibattito su questo

⁴ RICHARD H. POPKIN, *Storia dello scetticismo*, Milano, Bruno Mondadori 2008.

⁵ ARISTOTELE, *Della generazione e della corruzione*, 316a, 14-34, a cura di Lucia Palpacelli e Maurizio Migliori, Milano, Bompiani 2013.

⁶ ARISTOTELE, *Fisica*, 139-40, a cura di Antonio Russo, Milano, Mondadori 2019.

⁷ ARISTOTELE, *Fisica*, 231b, 1 ss., a cura di Antonio Russo, Milano, Mondadori 2019.

tema si sviluppa ampiamente negli ottocento anni successivi, fino alla crisi del VI secolo d.C., ma non si giunge a una conclusione.⁸ Possiamo considerare questo prolungato vagare nel buio come un sintomo che nel mondo antico non si siano ancora trovati buoni metodi per stabilire come stanno le cose in questi problemi della fisica.

L'ipotesi atomica è certamente fra le premesse di molti grandi della rivoluzione scientifica, da Galileo a Newton, ma in questo periodo tale tesi resta un po' sullo sfondo, anche perché in quell'epoca l'atomismo era associato alla filosofia atea di Democrito ed Epicuro. Ne è testimone anche il tragico destino dell'atomista Giordano Bruno. L'ipotesi atomica entrerà prepotentemente nel dibattito moderno con la chimica di Dalton all'inizio dell'Ottocento, quando si scopre che alcuni composti sono costituiti di quantità di componenti che stanno in rapporti aritmetici semplici.⁹ Solo il libro di Perrin del 1913 intitolato, appunto, *Gli atomi* sarà l'espressione definitiva dell'accettazione di questa ipotesi.¹⁰

Certo, proprio negli stessi anni, si stava capendo che gli atomi non sono a-tomi, cioè non sono indivisibili, ma hanno una struttura interna complessa. Possiamo considerare questa scoperta come una confutazione dell'ipotesi atomica? Sì e no. Di sicuro, gli atomi non hanno una delle caratteristiche fondamentali che Democrito attribuiva loro, tuttavia sono sufficientemente stabili e spazialmente ben individuati da essere molto utili per spiegare molti fenomeni fisici e chimici. La scoperta dell'inizio dell'800 secondo cui i composti chimici si combinano in proporzioni fisse e semplici di componenti perché sono costituiti da atomi resta valida, anche se gli atomi non sono più quelli ipotizzati da Dalton. Questo intende Weber quando parla di "metodo valido". Lo scetticismo deve fare un passo indietro, poiché il dibattito, quando si applicano i metodi della scienza, non ha più quell'andamento ondivago, che avevamo visto sempre sul problema dell'atomismo nel mondo antico.

Questa stabilità delle nostre credenze da quando usiamo i metodi della scienza è un fenomeno massiccio e non limitato al caso che ho

⁸ RICHARD SORABJI, *Time, creation and the continuum*, London, Gerald Duckworth 1983.

⁹ ALAN CHALMERS, *The scientist's atom and the philosopher's stone. How Science Succeeded and Philosophy Failed to Gain Knowledge of Atoms*, Dordrecht, Springer 2009.

¹⁰ JEAN PERRIN, *Gli atomi* (1913), Roma, Editori Riuniti 2014.

illustrato. Ci sono diverse obiezioni scettiche a quello che ho detto, la più importante delle quali è che siccome gli atomi di Dalton sono diversi da quelli di Bohr, di fatto non sussiste una vera e propria continuità di punti di vista.¹¹ I filosofi hanno trovato una buffa soluzione a questo problema. La parola “atomo” usata da Avogadro o da Bohr si riferirebbe sempre alla stessa cosa, perché sarebbe un *designatore rigido*, il cui riferimento sarebbe lo stesso in tutti i contesti possibili. In questo modo verrebbe meno la critica che i linguaggi sono diversi.¹² Di fatto, però, gli scienziati non usano il termine atomo in questo modo rigido, ma mediante delle regole di significato che cambiano di volta in volta. La risposta a questa obiezione scettica aiuterà a stabilire un secondo principio dello spirito critico.

Sembra che Enrico Fermi, nel colloquio di assunzione dei suoi collaboratori, ponesse domande del tipo «quanti accordatori di pianoforte ci sono a New York?». A Fermi interessava che le persone avessero una buona capacità di valutare gli ordini di grandezza. Non è importante stabilire se a New York ci stiano 6 o 7 accordatori, ma se ce ne stiano circa 10 o circa 100. Quando esplose la prima bomba atomica della storia nel deserto del New Mexico, Fermi, che ovviamente si trovava a parecchi chilometri di distanza dall'evento, misurando lo spostamento d'aria con alcuni pezzetti di carta rilasciati al momento giusto, riuscì quasi immediatamente a valutare la potenza dello scoppio con buona approssimazione.¹³

Questo tipo di ragionamenti è basato su due importanti procedure, che già Galileo aveva ben chiare, *approssimare* e *idealizzare*. Approssimare significa «difalcare gli impedimenti della materia»,¹⁴ cioè non considerare il sistema indagato in tutta la sua complessità, ma eliminare nel modello molti aspetti che sono irrilevanti per la soluzione del problema che ci si è posti. Idealizzare significa invece usare enti matematici

¹¹ THOMAS SAMUEL KUHN, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Torino, Einaudi 2009.

¹² STATHIS PSILLOS, *Scientific Realism: How Science Tracks Truth*, Routledge 1999, cap. 12.

¹³ GINO SEGRÈ e BETTINA HOERLIN, *Il Papa della fisica. Enrico Fermi e la nascita dell'era atomica*, Milano, Raffaello Cortina Editore 2017, pp. 13sgg.

¹⁴ GALILEO GALILEI, *Dialogo sui due massimi sistemi del mondo*, Firenze, per Batista Landini 1632.

per rappresentare la realtà: «La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi agli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto»¹⁵. La frase di Galileo è ambigua e ha favorito la celebre interpretazione platonizzante del pensiero dello scienziato pisano proposta da Alexandre Koyré (1979) e oggi ridimensionata¹⁶. In effetti Galilei sembra identificare l'universo con un libro che a sua volta sarebbe scritto in linguaggio matematico. Tuttavia egli sta parlando della "filosofia" cioè del tentativo di capire l'universo. Qui Galileo mescola aspetti epistemologici e ontologici come spesso succede nei testi scientifici. Come messo in luce ad esempio da Camerota, l'uso della matematica nella scienza per Galileo è motivato soprattutto dal suo rigore e dalla sua precisione. Per arrivare a questa conclusione, però, basta sostenere che la matematica sia il linguaggio della scienza, non occorre ritenere che la natura sia di per se stessa matematica. E per usare la matematica nella scienza occorre idealizzare, cioè ciò che è pieno di piccole irregolarità deve diventare liscio. Ad esempio, la Terra non è esattamente una sfera, ma se la rappresentiamo con una sfera cogliamo buona parte della sua forma.

Approssimare e idealizzare sono processi collegati. Però, in un certo senso il primo trascura qualcosa – gli impedimenti – mentre il secondo aggiunge qualcosa, cioè gli enti matematici.

Il paradigma del ragionamento filosofico e scientifico, da Aristotele fino a Bacone, è stato quello della logica. Quando quest'ultimo prova a introdurre il suo metodo innovativo nella scienza, parlerà di *Novum organum* (1620), cioè di una nuova logica basata sull'induzione e non sulla deduzione. Per conto le «dimostrazioni» di cui Galileo parla ampiamente ne *Il saggiaiore* (1623) hanno carattere matematico.

Vediamo con un esempio come la matematica abbia sostituito la logica. Consideriamo un pendolo. Per prima cosa *facciamo finta* che non ci

¹⁵ GALILEO GALILEI, *Il saggiaiore*, Roma, appresso Giacomo Mascardi 1623.

¹⁶ ALEXANDRE KOYRÉ, *Studi galileiani*, Torino Reprints Einaudi 1979; MICHELE CAMEROTA, *Galileo Galilei e la cultura scientifica della controriforma*, Salerno editrice 2004, cap. 4.

sia attrito, che il filo sia rigido e senza peso. Detto questo la forza di richiamo che agisce sul corpo lungo l'asse orizzontale sarebbe $F = -mg \sin \theta$. Ma sappiamo che per angoli piccoli vale $\sin \theta \approx \theta$, dove il simbolo “ \approx ” significa “è circa uguale”. Usando questa approssimazione, arriviamo alla conclusione che il periodo T dell'oscillazione è dato da $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, dove si vede che il suo valore dipende solo dalla lunghezza del pendolo, ovvero le piccole oscillazioni sono *isocrone*. Sulla base di questo fenomeno, che Galileo conosceva bene, sono costruiti gli orologi a pendolo.

La lezione metodologica di questo esempio è che per comprendere che cosa sta succedendo non è necessario considerare gli infiniti termini dello sviluppo in serie di Taylor della funzione seno, è invece sufficiente il primo. Il passaggio dall'equazione della forza all'equazione finale che valuta il periodo delle piccole oscillazioni *non è una deduzione logica*, ma è basato su una valutazione di quali siano i fattori rilevanti rispetto al fenomeno che stiamo studiando. Accade esattamente come nei casi riferiti a Fermi che abbiamo illustrato in precedenza. Generalizzando, possiamo quindi dire che il secondo principio dello spirito critico è del tipo: ‘stabilisci quali siano i fattori più rilevanti che influenzano ciò che vuoi indagare; trascura gli altri (approssimazione) e rappresenta quelli importanti con precisione (idealizzazione)’.

Che i ragionamenti matematici non siano strettamente logici è una tesi molto ambiziosa, che però ha diversi argomenti a suo favore. In primo luogo il fallimento dei tre grandi programmi fondazionali sviluppati all'inizio del Novecento: il logicismo si imbatte nel paradosso di Russell, nella consapevolezza che non sappiamo se la teoria degli insiemi sia coerente, e in generale nello strabordare della matematica rispetto alla logica; il formalismo si arena nell'essenziale incompletezza della matematica dimostrata da Gödel; l'intuizionismo è troppo restrittivo e non riesce a ricomprendere le pratiche matematiche accettate. In generale pensare la matematica in termini logici è un po' come sostenere che la linguistica possa spiegare la letteratura. Certo, in entrambi i casi c'è un'importante connessione fra le due discipline, ma letteratura e matematica sono fenomeni ben più ampi di ciò che linguistica e logica possono spiegare.

Questo secondo principio aiuta anche a rispondere all'obiezione scettica che dicevamo sopra. È vero che l'atomo di Dalton non è l'atomo di Bohr, tuttavia è possibile individuare degli aspetti del primo che

più o meno sono stati integrati nel secondo. Insomma, se si considera la relazione fra i due atomi in un contesto di approssimazioni e idealizzazioni, l'argomento filosofico secondo cui i linguaggi sono diversi perde buona parte della sua forza.

Facciamo un esempio per chiarire meglio questo punto. L'atomo di Dalton era supposto indivisibile, ma capace di rendere conto delle combinazioni chimiche degli elementi. L'atomo di Bohr non è indivisibile, in quanto possiede elettroni e protoni che possono slegarsi, tuttavia anch'esso ha proprietà globali che spiegano le relazioni molecolari. Chiaramente l'atomo di Bohr è diverso da quello di Dalton, tuttavia alcune caratteristiche del secondo sono *approssimativamente* conservate nel primo, tanto che ancora oggi il fatto scoperto all'inizio dell'Ottocento che gli elementi si combinano in rapporti numerici semplici e la possibile spiegazione di questo fatto mediante l'ipotesi atomica sono insegnati nei programmi scolastici di chimica.

In generale, possiamo dire che la maggior parte delle volte che si impone un concetto nella scienza matura, esso è definito mediante un *cluster* di caratteristiche, alcune delle quali si conservano in modo *approssimato* nell'evoluzione di tale concetto.

Per riassumere, ciò che garantisce la continuità del sapere scientifico non è la rigidità del riferimento, ma il fatto, da indagare di volta in volta, che la nozione conserva approssimativamente alcune caratteristiche nel suo significato.

Sempre considerando l'esempio degli atomi, e studiando l'atteggiamento di Galileo nei *Discorsi e dimostrazioni su due nuove scienze*,¹⁷ possiamo delineare il terzo e ultimo principio dello spirito critico, cioè quello che possiamo chiamare 'lancia il cuore oltre l'ostacolo'. Simplicio – l'aristotelico del dialogo, che non è l'antico commentatore del VI secolo d.C. – critica l'atomismo di Galilei riportando il solito argomento del Grande e del Piccolo che aveva tormentato già Democrito e Aristotele. Come ribatte Galilei? È molto istruttivo, poiché la risposta è veramente geniale. Prima di tutto Galilei (tramite il suo portavoce Salviati) nota che l'infinito è una nozione paradossale. Infatti, ad esempio, l'insieme

¹⁷ GALILEO GALILEI, *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze, Attenenti alla Meccanica & i Movimenti locali. Con una Appendice del centro di gravità d'alcuni Solidi*, Leida, appresso gli Elsevirii 1638, prima giornata.

dei numeri naturali è equinumeroso con quello dei numeri quadrati, cioè la parte è uguale al tutto. Questo argomento sull'infinito era già stato usato, ad esempio, da Bonaventura da Bagnoregio, contro l'eternità del mondo.¹⁸ Galileo, invece, non lo utilizza per attaccare l'infinito, ma per mostrare che l'infinito è un concetto strano e controintuitivo, che andrebbe indagato meglio. Questo significa che l'argomento del Grande e del Piccolo usato da Simplicio non è detto che sia corretto, perché presuppone che per l'infinito valgano le stesse regole che governano il finito. E Galileo aveva ragione, come mostrerà Cantor nell'Ottocento. Tuttavia non sempre questo atteggiamento paga. Ad esempio, la proposta del 1924 di Bohr, Kramers e Slater di violare la conservazione dell'energia per spiegare l'interazione fra radiazione e materia si è poi rivelata sbagliata. Ciò malgrado questo lavoro ha ispirato la versione matriciale della meccanica quantistica, quindi, anche se errato, è stato fecondo.¹⁹ Ma sono tanti gli esempi contrari. Si pensi, per esempio, al calcolo delle flussioni di Newton e alle critiche apparentemente devastanti di Berkeley nel suo *The Analyst* (1734), che sono state risolte solo da Cauchy e Weierstrass nell'Ottocento. Oppure all'introduzione di una forza a distanza come la gravità da parte di Newton, che è diventata comprensibile solo alla luce della relatività generale più di duecento anni dopo.

La lezione di questi esempi è che non bisogna fermarsi di fronte agli aspetti logici e ontologici problematici delle proprie ipotesi. Questo non significa che dobbiamo trascurarli. Alla lunga diventeranno importanti, ma anche una teoria piena di bachi e contraddizioni, che però almeno in parte funziona, è meglio che nessuna teoria, oppure di un'ipotesi coerente, ma altamente speculativa, cioè senza conferme empiriche.

A mo' di conclusione riportiamo per comodità del lettore i tre principi dello spirito critico ispirati dalla rivoluzione scientifica che abbiamo individuato:

¹⁸ CLAUDIO TERNULLO e VINCENZO FANO, *L'infinito. Filosofia, Matematica, Fisica*, Roma, Carocci 2021, p. 24.

¹⁹ NIELS BOHR, HENDRIK ANTHONY KRAMERS, CLARKE SLATER, *The quantum theory of radiation*, «The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science», 47, 1924, pp. 785-802. MARA BELLER, *Matrix Theory before Schrödinger - Philosophy, Problems, Consequences*, «Isis», 74 (1983), pp. 469-491.

I. il primo principio dello spirito critico riguarda la consapevolezza del fatto che, benché noi cerchiamo la verità, non siamo mai *certi* di averla trovata.

II. il secondo principio dello spirito critico è del tipo: ‘stabilisci quali siano i fattori più rilevanti che influenzano ciò che vuoi indagare; trascura gli altri (approssimazione) e rappresenta quelli importanti con precisione (idealizzazione)’.

III. il terzo principio dello spirito critico suggerisce di ‘lanciare il cuore oltre l’ostacolo’.