

# IL SALTO DELLA PULCE OVVERO A COSA SERVE LA FILOSOFIA DELLA SCIENZA

*A cosa servono i filosofi? A misurare il salto di una pulce!*

*Così Aristofane in Le nuvole derideva Socrate e i sofisti. Quella della presunta 'inutilità' della filosofia è sempre stata una costante della sua storia, e a maggior ragione di quella della filosofia della scienza. In questa lectio, la medaglia Wilkins-Bernal-Medawar 2017 della Royal Society smonta uno per uno gli argomenti contro questa disciplina e ne indaga il ruolo, che si rivela cruciale specialmente per una società democratica.*

---

## MICHELA MASSIMI

*Una celebrazione della filosofia della scienza*

In un'epoca in cui il sapere scientifico si sta specializzando sempre più qual è il valore della ricerca interdisciplinare? In questa *lectio*<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Il testo qui riprodotto è la *lectio magistralis* tenuta dalla professoressa Michela Massimi il 21 maggio 2018 a Londra per la consegna della medaglia Wilkins-Bernal-Medawar 2017 della Royal Society. Le tematiche di questa *lectio* sono parte di un progetto finanziato dall'Erc (European Research Council) all'interno del programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione europea (grant agreement European Consolidator Grant H2020-ERC-2014-CoG 647272, *Perspectival Realism. Science, Knowledge and Truth from a Human Vantage Point*).

parlerò della ricerca che oltrepassa i confini disciplinari e lo farò svolgendo tre temi. In primo luogo, vorrei rendere omaggio a quelli che secondo me sono i tre valori della ricerca interdisciplinare. In secondo luogo, sottolineerò il ruolo specifico della filosofia della scienza (la mia area di ricerca) all'interno del più ampio campo della ricerca interdisciplinare. In terzo luogo, offrirò delle riflessioni in favore di quella che chiamo la funzione sociale della filosofia della scienza e mostrerò come e perché questo particolare tipo di ricerca interdisciplinare risponda al meglio alle esigenze di ogni società democratica.

Ma, se posso, vorrei iniziare con una breve nota biografica. La lettera di notifica del premio Wilkins-Bernal-Medawar menzionava il mio «interesse interdisciplinare per e la mia capacità di comunicare la filosofia della scienza moderna: in particolare in riferimento alla fisica e al pensiero di Newton, Kant e Pauli».

Ricordo che sorrisi, quando ricevetti la lettera, pensando al trio Newton, Kant e Pauli. Che combinazione davvero inusuale di interessi di ricerca ho sempre avuto. E quali sarebbero potute essere le chance di ottenere un premio della Royal Society per questa idiosincratica combinazione di interessi disciplinari? Qual è il filo conduttore che lega questi campi di ricerca apparentemente molto diversi per i quali sto ricevendo un premio questa sera?

La risposta è l'interdisciplinarietà. Pensate a ciascuna di queste tre grandi figure. Isaac Newton, presidente della Royal Society dal 1703 al 1727, scrisse i *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (i *Principi matematici della filosofia naturale*, come veniva chiamata la fisica a quel tempo), in cui esponeva le leggi fondamentali che governano la meccanica classica (dalle orbite planetarie alla caduta libera, fino alle maree, insieme a molti altri fenomeni). Ma Newton amava anche speculare intorno alla chimica dell'epoca. Infatti, lo stesso Newton che nello «Scolio generale» dei *Principia* notoriamente dichiarò *hypotheses non fingo* («non invento ipotesi»), indulgeva in speculazioni sperimentali sul ruolo dell'etere nelle «Questioni» aggiunte agli *Scritti di ottica*<sup>2</sup> dando vita a una tradizione molto influente di sperimentalismo speculativo newtoniano<sup>3</sup>. Questa tradizione prosperò in Inghilterra e in Olanda per tutto il XVIII secolo con Herman Boerhaa-

<sup>2</sup> I. Newton, *Opticks: or, A Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light*, 1704; tr. it. *Scritti di ottica*, a cura di A. Pala, Utet, Torino 1978.

<sup>3</sup> Si veda I.B. Cohen, *Franklin and Newton: An inquiry into speculative Newtonian experimental science and Franklin's work in electricity as an example thereof*, American Philosophical Society, Philadelphia 1956.

ve e Stephen Hales<sup>4</sup> e arrivò a influenzare la teoria della materia di Immanuel Kant<sup>5</sup>. Ma Newton non era interessato solo alla fisica e alla chimica. Era attivamente impegnato anche nella metafisica e nella teologia. Nel *De gravitatione* (un manoscritto inedito scritto probabilmente prima dei *Principia* del 1678<sup>6</sup>) difendeva la tesi secondo cui lo spazio è un'affezione dell'essere, sia questo Dio, la mente umana o i corpi materiali. E poiché Dio esiste sempre e dappertutto, lo spazio e il tempo, sosteneva Newton, devono esistere sempre e dappertutto. Infatti, nello «Scolio generale» dei *Principia* Newton fondava lo spazio assoluto e il tempo assoluto in ciò che chiamava il «Signore Dio Onnipotente» che governa «tutte le cose, non come anima del mondo ma come signore di tutto»<sup>7</sup>. È questa complessiva struttura filosofico-metafisica che in ultima analisi spiega le concezioni di Newton sulla natura della gravità, della massa, dello spazio e del tempo.

Questa tradizione newtoniana si dimostrò estremamente influente per Immanuel Kant. Sebbene sia conosciuto tra i filosofi per i suoi pionieristici contributi alla filosofia teoretica, alla filosofia morale e all'estetica, Kant fu anche uno scrupoloso studioso di scienze naturali. Scrisse, tra gli altri, saggi sull'età della Terra (1754), sulle cause dei terremoti (1756), sulla teoria dei venti (1756) e sui vulcani della Luna (1785)<sup>8</sup>. Il suo primo scritto si intitolava *Pensieri*

<sup>4</sup> H. Boerhaave, *Elementa chemiae, quae anniversario labore docuit, in publicis, privatisque, scholis*, Isaacum Severinum, Leiden 1732; Id., *Elements of chemistry: being the Annual Lectures*, 2 voll., J. Pemberton et al., printed for J. and J. Pemberton, J. Clarke, A. Millar, & J. Gray, London 1735; S. Hales, *Vegetable Staticks, or, an account of some statical experiments on the sap in vegetables: being an essay towards a natural history of vegetation. also a specimen of an attempt to analyse the air, by a great variety of chymio-statical experiments; which were read at several meetings before the Royal Society*, W. e J. Innys-Woodward, London 1727.

<sup>5</sup> Si veda M. Massimi, «Kant's dynamical theory of matter in 1755, and its debt to speculative Newtonian experimentalism», *Studies in History and Philosophy of Science*, 42, 2011, pp. 525-543.

<sup>6</sup> A. Janiak, *Newton: philosophical writings*, Cambridge University Press, Cambridge 2014.

<sup>7</sup> I. Newton, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Joseph Streater, London 1713; prima pubblicazione 1687; Id., *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, University of California Press, Berkeley 1934, p. 940; tr. it. *Principi matematici della filosofia naturale*, a cura di A. Pala, Utet, Torino 1989.

<sup>8</sup> Le traduzioni inglesi di tutti questi testi sono apparse su E. Watkins (a cura di), *Immanuel Kant, Natural Science: The Cambridge edition of the works of Immanuel Kant*, Cambridge University Press, Cambridge 2012. In italiano sono usciti in I. Kant, *La fenice della natura. Scritti di astronomia e geofisica* (a cura di S. De Bianchi), Mimesis Edizioni, Milano 2016, ad eccezione di quelli sulle cause dei terremoti usciti in I. Kant, *Scritti sui terremoti*, tr. it. di M. Barletta, Robin Edizioni, Roma 2012.

sulla vera valutazione delle forze vive (1746-49)<sup>9</sup>. L'argomento riguardava il dibattito, allora molto vivo, tra cartesiani e leibniziani sulla natura delle forze in azione nelle collisioni elastiche (ciò che a quel tempo era chiamata *vis viva*, l'antenato della nostra moderna energia cinetica). Ispirato dagli *Scritti di ottica* di Newton e dai *Vegetable Staticks* di Hales, il giovane Kant si riferì alla gravità e alla forza repulsiva (o elasticità) come a due principi fondamentali per una pluralità di effetti naturali. Molti anni dopo, nei *Fondamenti metafisici della scienza della natura*<sup>10</sup>, Kant utilizzò l'attrazione e la repulsione come due forze fondamentali attorno a cui articolò una sofisticata visione dell'unità della natura regolata da leggi e della necessità di tali leggi di natura<sup>11</sup>. Fornendo i fondamenti metafisici delle scienze fisiche, Kant considerò il suo progetto in continuità con il lavoro scientifico di Newton.

La medesima continuità tra filosofia e scienza è evidente tra i padri fondatori della meccanica quantistica. È da qui che ho iniziato il mio viaggio filosofico come studente all'Università La Sapienza di Roma. Lessi il dibattito tra Bohr e Einstein sulla completezza della meccanica quantistica nel periodo 1927-35 e, quando iniziai i miei studi di dottorato a Londra, esaminai il ruolo di Wolfgang Pauli nella cosiddetta interpretazione di Copenaghen della meccanica quantistica. Bohr aveva letto da studente il filosofo danese Kierkegaard e Einstein conosceva Ernst Mach<sup>12</sup>. Il dibattito sulla

4  
4

<sup>9</sup> I. Kant, *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurteilung der Beweise, deren sich Herr von Leibniz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedient haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen, welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen*, Martin Eberhard Dorn, Königsberg 1746; I. Kant, «Thoughts on the True Estimation of Living Forces», in E. Watkins (a cura di), *op. cit.*, pp. 1-155; tr. it. *Pensieri sulla vera valutazione delle forze vive*, a cura di I. Petrocchi, Istituti editoriali e poligrafici internazionali, Pisa 2000; per una discussione del testo nel contesto storico del tempo, si veda M. Massimi, S. De Bianchi, «Cartesian echoes in Kant's philosophy of nature», *Studies in History and Philosophy of Science*, 44, 2013, pp. 481-492.

<sup>10</sup> I. Kant, *Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft*, J. Hartknoch, Riga 1786; I. Kant, *Metaphysical foundations of natural science*, Cambridge University Press, Cambridge 2004; tr. it. *Primi principi metafisici della scienza della natura*, a cura di S. Marcucci, Giardini, Pisa 2004.

<sup>11</sup> Si veda M. Massimi, «Prescribing laws to nature», *Kant-Studien*, 105, 4, 2014, pp. 491-508; M. Massimi, «Grounds, modality, and nomic necessity in the Critical Kant», in M. Massimi, Angela Breitenbach (a cura di), *Kant and the Laws of Nature*, Cambridge University Press, Cambridge 2017, pp. 150-170; M. Massimi, «Laws of nature and nomic necessity: was Kant really a projectivist?», in V. Wai-bel, M. Ruffing, D. Wagner (a cura di), *Natur und Freiheit. Akten des XII. Internationalen Kant-Kongresses*, Gruyter, Berlin 2018.

<sup>12</sup> Si veda G. Holton, *Thematic origins of scientific thought: Kepler to Einstein*, Harvard University Press, Cambridge 1988; prima edizione 1973, pp. 128-131 e cap. 7.

natura della realtà tra Einstein-Podolsky-Rosen e Bohr<sup>13</sup> nel 1935 è un profondo dibattito filosofico tanto quanto è un dibattito intorno ai limiti epistemici della meccanica quantistica. Le conversazioni di Wolfgang Pauli con Bohr e Heisenberg dei primi anni Venti del Novecento sulla natura dei fenomeni quantistici e il principio di esclusione di Pauli divennero l'argomento del mio lavoro di dottorato e la base della mia prima monografia<sup>14</sup>.

È questo dialogo tra filosofia e scienza, ben esemplificato dai lavori di Newton, Kant e Pauli tra molti altri, che mi ha sempre affascinato. Ed è questo dialogo tra filosofia e scienza che voglio celebrare in questa *lectio*. In un'epoca di crescente specializzazione, qual è il valore dell'andare al di là dei confini disciplinari? Sia i filosofi sia gli scienziati di questi tempi non si interessano necessariamente di altre materie all'università; né vengono formati su un ampio spettro di tematiche nelle scuole superiori. Le grandi collaborazioni scientifiche impongono granulari competenze specifiche. Anche in filosofia c'è una tendenza a specializzarsi a uno stadio molto precoce della formazione post-laurea. L'intero *ethos* della ricerca moderna sia in filosofia sia in scienza – riflessa nelle pratiche istituzionali relative agli incentivi alla ricerca scientifica, alla valutazione dei risultati della ricerca e alla distribuzione dei finanziamenti – si è trasformato dai tempi di Newton, Kant e Pauli. A cosa serve, allora, la ricerca interdisciplinare oggi? Rispondere a questa domanda è il primo obiettivo che mi pongo in questa *lectio*.

### *Il triplice valore della ricerca interdisciplinare*

Vorrei iniziare parlando di alcuni fatti che illustrano perché abbiamo bisogno della ricerca interdisciplinare. È un dato che alcune delle sfide globali con cui si deve misurare oggi la nostra società abbiano bisogno di un approccio interdisciplinare. Dal cambiamento climatico alla salute pubblica, dalla lotta contro la fame nel mondo alla sicurezza delle nostre strade, l'approccio interdisciplinare è spesso necessario.

Considerate, ad esempio, il comportamento aggressivo responsabile degli accoltellamenti che sono diventati una triste realtà quoti-

<sup>13</sup> A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, «Can quantum mechanical description of physical reality be considered complete?», *Physical Review*, 47, 10, 1935, pp. 777-780; N. Bohr, «Can quantum mechanical description of physical reality be considered complete?», *Physical Review*, 48, 8, 1935, pp. 696-702.

<sup>14</sup> M. Massimi, *Pauli's exclusion principle. The origin and validation of a scientific principle*, Cambridge University Press, Cambridge 2005.

diana nelle strade di Londra. Cosa causa il comportamento aggressivo? Cosa si potrebbe fare per prevenirlo? Ovviamente, non esistono risposte semplici a simili domande e questa è una situazione in cui un approccio interdisciplinare integrato può funzionare davvero bene. Ad esempio, nel suo libro *Studying Human Behaviour: How Scientists Investigate Aggression and Sexuality*, la filosofa della scienza Helen Longino traccia la rotta per un approccio interdisciplinare e pluralista alla comprensione del comportamento aggressivo<sup>15</sup>. Longino sostiene che per spiegare in modo appropriato aspetti del comportamento umano, come l'aggressività, sia necessario abbandonare la convinzione che esista un singolo approccio corretto e riconoscere i vantaggi che derivano dall'adottare una forma di pluralismo teorico. Nell'esempio in questione, Longino sostiene che la genetica comportamentale, un approccio socio-ambientale, la neurobiologia e il sistema di sviluppo siano tutti elementi importanti per la spiegazione del comportamento aggressivo. Sebbene ciascun approccio sia caratterizzato da questioni, metodi e assunzioni distinte, e sebbene ciascuno differisca nell'identificazione delle cause del comportamento aggressivo, allo stesso tempo tutti gli approcci sono necessari poiché si rinforzano l'un l'altro e aiutano a chiarire i fattori causali in gioco.

Lo stesso discorso vale per alcune sfide che devono affrontare i paesi in via di sviluppo dove, in aggiunta alle tecnologie agricole e ai cosiddetti «semi miracolosi», più di recente sono state introdotte l'intelligenza artificiale (IA) e la robotica per risolvere questioni molto specifiche. Recenti titoli di giornale hanno sottolineato, ad esempio, come la robotica possa migliorare gli standard di vita nelle comunità rurali (ad esempio, i robot possono svolgere compiti come trasportare quotidianamente l'acqua da un pozzo distante). Ricorrere all'IA per affrontare le sfide della società a sua volta fa emergere importanti questioni etiche su un responsabile utilizzo delle tecnologie, e su come vadano monitorate. Qual è l'equa distribuzione di tecnologie nei paesi in via di sviluppo? Chi ne trae beneficio? Come cambia il ruolo delle donne nelle comunità rurali con l'introduzione di queste tecnologie? Questo uso della tecnologia porta all'emancipazione? O piuttosto alimenta ulteriori disuguaglianze? I filosofi che si occupano di IA hanno da poco iniziato ad affrontare queste problematiche e a esplorare le implicazioni etiche del crescente ricorso all'IA e alla robotica<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> H. Longino, *Studying human behaviour: how scientists investigate aggression and sexuality*, University of Chicago Press, Chicago 2013.

<sup>16</sup> Si veda ad esempio, E. LaRosa, D. Danks, «Impacts on trust of healthcare AI»,

O considerate, quale ulteriore esempio, come la ricerca interdisciplinare ha rivoluzionato la diagnostica medica. La prima PET, oggi utilizzata abitualmente per la diagnostica del cancro, fu effettuata al Cern di Ginevra, usando tecnologie originariamente sviluppate per la fisica delle particelle. Nel 1968 Georges Charpak introdusse le camere proporzionali a multifilo che rivoluzionarono il datato metodo dell'ispezione delle fotografie provenienti dalle camere a bolle. Il professore David Townsend del dipartimento di Medicina dell'Università del Tennessee Medical Centre iniziò a lavorare con le camere proporzionali a multifilo di Charpak al Cern nel 1970, aprendo la strada alla nuova tecnologia delle scansioni PET e combinandole con la tomografia computerizzata. La prima PET di un topo venne eseguita al Cern nel 1977 e il gruppo di radiobiologia dell'istituto giocò un ruolo importante nello studiare i possibili impieghi e gli effetti dannosi delle radiazioni ionizzanti sugli organismi viventi<sup>17</sup>. Questo proficuo trasferimento di strumenti dalla fisica alla medicina è un ottimo esempio del valore del ragionamento che fa ricorso ad analogie nelle pratiche modellistiche in diverse aree di competenza, tematiche cui la filosofia della scienza Mary Hesse ha dato importanti contributi<sup>18</sup>.

Questi tre sono esempi di quello che chiamo il *valore esplorativo* della ricerca interdisciplinare. Uno dei principali (e certamente più familiari) valori della ricerca interdisciplinare è la capacità di attraversare ponti e trasferire conoscenza da un campo a un altro, o integrare campi disciplinari diversi in modo da ottenere una migliore comprensione di fenomeni complessi: come applicare le conoscenze della fisica delle particelle alla diagnostica per immagini medica, o quelle della robotica alla risoluzione di problemi di natura sociale; o come integrare diversi tipi di conoscenze per produrre nuove conoscenze (ritornando all'esempio del comportamento aggressivo). Questo è un esercizio ricco di ricompense pratiche e intellettuali e con un enorme impatto sulle vite umane e sulla società.

Ma ci sono altre ragioni che rendono la ricerca interdisciplinare necessaria, ragioni che hanno meno a che fare con la necessità di

*Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on Artificial Intelligence, Ethics, and Society* (in corso di pubblicazione).

<sup>17</sup> Si veda I. Raynova, «Forty years since the first PET image at CERN», consultabile sul sito del Cern al seguente link: [bit.ly/2CAGnJg](http://bit.ly/2CAGnJg). Sono molto grata a Marilena Streit-Bianchi per le conversazioni e per il materiale bibliografico.

<sup>18</sup> M. Hesse, *Models and analogies in science*, ed. rivista, Notre Dame University Press, Notre Dame 1966.

affrontare le sfide della società e più con le modalità di lavoro e la necessità di raggiungere risultati in campi che richiedono sempre più un livello di competenze interdisciplinari. Si consideri ad esempio la cosmologia.

Nella cosmologia osservativa di oggi, l'uso della statistica bayesiana è molto diffuso. Il fattore di Bayes, che misura il rapporto tra la probabilità di un'evidenza  $D$  in favore di un'ipotesi nulla  $H_0$  (ad esempio, il modello  $\Lambda$ CDM-Lambda Cold Dark Matter<sup>19</sup>) e la probabilità dell'evidenza in favore di un'ipotesi rivale  $H_1$  (ad esempio, una variante del modello  $\Lambda$ CDM), è ampiamente utilizzato sia nella selezione del modello sia nella stima dei parametri in cosmologia. Ciononostante, la statistica di Bayes non è necessariamente una parte fondamentale della formazione e dell'istruzione che studenti e giovani ricercatori ricevono in cosmologia. In questo caso, l'importanza della formazione interdisciplinare risiede nell'abilità delle comunità specifiche di acquisire una gamma di strumenti e risorse che sono indispensabili per ottenere risultati scientifici nell'ambito in questione. Avere una formazione universitaria a tutto tondo equipaggia al meglio gli studenti e i ricercatori a comprendere i problemi esistenti, anticipare le soluzioni e identificare possibili pattern comuni. Tornando al mio esempio, avere familiarità con la statistica e con il ruolo del fattore di Bayes nella selezione dei modelli in diversi campi (ecologia, cosmologia, scienze forensi, per esempio), è importante per comprendere la sensibilità al contesto degli standard di evidenza offerti dal fattore di Bayes quando lo si interpreta lungo la scala di Jeffreys in campi così differenti.

Chiariamo questo punto. Nella cosmologia osservativa si è soliti interpretare il fattore di Bayes con la scala di Jeffreys che va da 1 a 10, in cui l'evidenza in favore di un'ipotesi nulla  $H_0$  contro la rivale  $H_1$  è ritenuta «sostanziale», «forte» o «decisiva» a seconda di dove il fattore di Bayes si collochi sulla scala<sup>20</sup>. Viceversa, nelle

<sup>19</sup> Il Modello  $\Lambda$ CDM è il modello cosmologico standard che postula l'esistenza sia dell'energia oscura (indicata da  $\Lambda$ , Lambda) sia della materia oscura fredda (CDM, Cold Dark Matter).

<sup>20</sup> Ad esempio la Dark Energy Survey (DES) che è una delle più grandi esplorazioni cosmologiche attualmente in corso per cercare evidenza dell'energia oscura, fa uso del fattore di Bayes assieme alla scala di Jeffreys per stabilire l'evidenza in favore di due ipotesi rivali, dove l'ipotesi nulla è il modello ufficiale  $\Lambda$ CDM e la rivale  $H_1$  è una variazione del modello  $\Lambda$ CDM chiamato  $w$ CDM, dove l'equazione del parametro di stato  $w$  non è fissa ma  $w$  è un parametro libero. Infatti, mentre  $w$ CDM condivide con  $\Lambda$ CDM i sei principali parametri cosmologici (come il parametro di Hubble, la densità materia energia eccetera),  $w$ CDM ha anche un settimo parametro addizionale libero,  $w$ . Date due ipotesi  $H_0$  (diciamo  $\Lambda$ CDM in questo caso) e  $H_1$  ( $w$ CDM) e un dataset  $D$ , assumendo eguali probabi-



scienze forensi, ad esempio, la scala di Jeffreys è tipicamente espansa a valori molto più alti. Questo perché l'uso del fattore di Bayes per stabilire se l'evidenza in favore dell'ipotesi «innocente» contro l'ipotesi «colpevole» in qualunque caso criminale richiede un approccio più sfumato (che prenda in considerazione un vasto numero di importanti fattori circostanziali) e una scala di Jeffreys che va ben oltre lo spettro 1-10. Questa è un'area in cui la filosofia della scienza fornisce per esempio un'utile guida nello stabilire i problemi e le potenziali soluzioni relativi all'interpretazione della evidenza statistica nella scienza<sup>21</sup>.

Questo è quello che io chiamo il *valore unificante* della ricerca interdisciplinare. La ricerca interdisciplinare è importante perché consente di identificare possibili strategie inferenziali, approcci metodologici e pattern comuni a diversi campi di ricerca, come pure di indagare i limiti epistemici e l'utilità di questi aspetti universali in qualsiasi specifico campo di indagine.

Ma c'è una terza ragione per cui la ricerca interdisciplinare è importante. A volte la ricerca interdisciplinare non è solo funzionale a trovare le strategie inferenziali comuni o i pattern tra diversi campi o settori. Né si limita a esplorare come trasferiamo specifiche conoscenze e strumenti da un dominio a un altro. Spesso l'obiettivo della ricerca interdisciplinare è semplicemente il confronto critico con una disciplina. Vorrei chiamare questo il *valore del confronto critico* della ricerca interdisciplinare. Ho già fatto menzione del ruolo che la filosofia della scienza può giocare sia per il valore esplorativo (riferendomi agli studi di Longino sul comportamento aggressivo

lità a priori per  $H_0$  e  $H_1$ , il fattore di Bayes diventa il rapporto tra la probabilità a posteriori di  $H_0$  e la probabilità a posteriori di  $H_1$ . In altri termini, il fattore di Bayes rappresenta un modo per misurare la probabilità a posteriori dell'evidenza  $D$  in favore di  $H_0$  (l'ipotesi nulla nella tradizionale terminologia bayesiana, in questo caso  $\Lambda$ CDM) sulla probabilità a posteriori di  $H_1$  ( $\Lambda$ wCDM, in questo caso). Come interpretare i valori numerici del fattore di Bayes  $R$ ? DES adotta la scala di Jeffreys, (H. Jeffreys, *Theory of probability*, Oxford University Press, Oxford 1961; 1<sup>a</sup> ed. 1939), secondo la quale  $3.2 < R < 10$  viene trattata come «sostanziale evidenza» in favore di  $H_0$  su  $H_1$  e  $R > 10$  è trattata come «forte evidenza» in favore di  $H_0$ . Viceversa,  $H_1$  è fortemente favorita su  $H_0$  se  $R < 0.1$  e si ha sostanziale evidenza in favore di  $H_1$  se  $0.1 < R < 0.31$ . Si veda la collaborazione DES, «Dark energy survey year 1 results: cosmological constraints from galaxy clustering and weak lensing», *Physical Review*, 2018, D 98, 043526.

<sup>21</sup> Ho discusso alcuni limiti epistemici nell'uso del fattore di Bayes in cosmologia in M. Massimi, «A philosopher's look at DES: reflections on the use of Bayes factor in cosmology», in O. Lahav et al. (a cura di), *The dark energy survey* (World Scientific, Singapore, in corso di pubblicazione). Similmente, Margaret Morrison ha studiato come i metodi statistici vengano trasferiti dalla fisica alla genetica delle popolazioni, in M. Morrison, *Reconstructing reality: models, mathematics, and simulations*, Oxford University Press, New York 2015.

sivo, o all'etica dell'IA o al lavoro di Hesse sulle analogie) sia per il valore unificante (con la filosofia della probabilità, sia questa l'inferenza bayesiana o il metodo frequentista). Ma in realtà è primariamente a questo terzo valore di confronto critico che i filosofi della scienza hanno contribuito e possono contribuire maggiormente. E in ciò che segue mi concentrerò su cosa è davvero in gioco quando si parla del valore del confronto critico della ricerca interdisciplinare in filosofia della scienza.

### *Il ruolo della filosofia della scienza nella ricerca interdisciplinare*

In che modo la filosofia può servire alla scienza? O meglio, perché la filosofia della scienza è importante per la scienza? Che la filosofia della scienza sia importante per la scienza non è una conclusione scontata. Al contrario, i filosofi della scienza hanno spesso goduto di una cattiva reputazione tra gli scienziati. La filosofia della scienza è spesso stata percepita come un esercizio intellettuale inutile. A volte è stata dichiarata incapace di produrre progresso e di stare al passo con l'avanzamento della scienza. Ma per me, studente diciottenne decisa a studiare filosofia all'università, l'allegoria più esilarante di quanto possa essere inutile una laurea in filosofia rimane la caricatura offerta dal drammaturgo dell'antica Grecia Aristofane nell'opera *Le nuvole* in cui descrive Socrate come il capo del Pensatoio, tra le cui scoperte si annovera la misura del salto di una pulce sul pavimento! Da qui nasce una sorta di dilemma per i filosofi in generale e per i filosofi della scienza in particolare: nel migliore dei casi sembriamo inutili per la scienza e gli scienziati; nel peggiore dei casi, siamo oggetto di derisione per i nostri inutili sforzi.

Che genere di contributo interdisciplinare potrà mai dare la filosofia della scienza? E come può essere importante per la scienza? Prima che io prosegua nel formulare una risposta costruttiva a questa domanda, permettetemi di essere chiara, scherzi e aneddoti a parte, su ciò che è fuorviante in questo modo di pensare alla filosofia della scienza. Giudizi non lusinghieri sulla filosofia della scienza sembrano tutti partire da una diffusa (e fondamentalmente fuorviante) assunzione: ovvero, che la filosofia debba essere utile agli scienziati, altrimenti è del tutto inutile.

In tutta risposta, permettetemi di avanzare gentilmente qualche nota polemica. La filosofia della scienza, come qualsiasi altra di-

sciplina umanistica, non deve «essere utile» agli scienziati (o a chicchessia) per essere utile in qualche modo. Non valuteremmo mai il valore dell'archeologia celtica sulla scorta della sua utilità per i celti. Né valuteremmo il valore intellettuale della storia romana in base a quanto questa possa risultare utile ai romani. Perché noi tutti (spero) riconosciamo che il valore intellettuale dell'archeologia, della storia, dell'antropologia eccetera non deve essere misurato e stabilito in base a quanto utili queste discipline umanistiche siano per il loro oggetto di studio (passato o presente). Perché mai la filosofia della scienza dovrebbe essere diversa dall'archeologia, dalla storia o dall'antropologia?

Io vedo la filosofia della scienza come una disciplina di valore, come qualsiasi altra disciplina umanistica, il cui beneficiario è l'umanità, in generale. Siamo soliti costruire narrazioni intorno alla scienza. Passiamo al vaglio le metodologie scientifiche e le pratiche di costruzione dei modelli. Ci confrontiamo con i fondamenti teorici della scienza e le sue sfumature concettuali, perché la scienza (e il sapere scientifico) è un'attività umana (come molte altre) che vale la pena conoscere ed esplorare. E dobbiamo quest'opera di indagine intellettuale all'intera umanità. È parte della nostra eredità culturale e del nostro percorso storico-scientifico. È parte di ciò che siamo come comunità di agenti epistemici che si sono evoluti nel tempo e che hanno sviluppato sofisticate pratiche scientifiche e sapere scientifico. Il filosofo della scienza che esplora i metodi bayesiani in cosmologia, o che passa al vaglio le assunzioni alla base della genetica delle popolazioni, tra le altre cose, non è diverso dall'archeologo, dallo storico o dall'antropologo nel produrre conoscenza utile all'umanità. La ricca storia culturale e scientifica, sempre in evoluzione, deve essere studiata, perché c'è sempre qualcosa da scoprire visto che i nostri strumenti filosofici si sono evoluti e sono stati affinati in questo lungo viaggio. Queste riflessioni mi portano al terzo e sostanziale obiettivo di questa *lectio*, e cioè quello di argomentare quella che chiamo la funzione sociale della filosofia della scienza e descrivere come questo tipo particolare di ricerca interdisciplinare risponda al meglio alle esigenze delle società democratiche.

### *La funzione sociale della filosofia della scienza*

Mi concentrerò su tre aspetti dell'attuale discorso pubblico sulla scienza sottolineando come la filosofia della scienza contribuisca

a importanti dibattiti nella sfera pubblica. Ma prima di fare ciò, vorrei soffermarmi su alcune importanti e puntuali osservazioni di John Desmond Bernal, uno dei tre scienziati che dà il nome a questo premio. Nel libro *La funzione sociale della scienza*, del 1939, Bernal fornì il seguente nitido ritratto di ciò che riteneva essere un rischio tangibile per la scienza, ovvero che questa rimanesse isolata e distaccata dalla società:

Non esiste via d'uscita: in larga parte la scienza si è distaccata dalla coscienza popolare e il risultato è pessimo per entrambi. È negativo per le persone soprattutto perché nel vivere in un mondo sempre più modellato dall'uomo stanno gradualmente scivolando indietro nella consapevolezza dei meccanismi che controllano le loro vite. [...] La stretta ancora più pericolosa che idee fasciste e demagogiche possono esercitare è una misura sia dell'ignoranza popolare sia della necessità di avere qualcosa in cui credere. [...] Ma allo stesso tempo è molto negativa anche per la scienza. [...] A meno che le persone in generale (inclusi agiati benefattori e ufficiali di governo) sappiano cosa stanno facendo gli scienziati, difficilmente potranno fornire l'assistenza che dovrebbe essere data al lavoro dello scienziato, in cambio dei probabili benefici che questo porterà all'umanità. [...] Tra le persone di cultura letteraria c'è quasi un'ostentazione del non sapere nulla di scienza; né gli scienziati stessi si sono sottratti a questo. Nel loro caso ciò si riferisce a tutte le altre scienze diverse dalla loro. Buone conversazioni su argomenti scientifici sono una rarità, e questo vale anche quando la maggior parte della compagnia è composta da scienziati. La situazione era ben diversa quando Voltaire e Madame Du Châtelet conducevano esperimenti scientifici nelle loro feste in casa o quando Shelley discuteva di chimica e perfezione morale con uguale entusiasmo<sup>22</sup>.

Le osservazioni di Bernal sono un monito efficace sull'importanza della comprensione pubblica della scienza, sia per la scienza sia per le società democratiche. Sono un invito a vedere la scienza non come un esercizio isolato e specialistico (ciò che Bernal chiama i «mali della specializzazione») ma come parte della nostra più ampia storia culturale. E Bernal fece un persuasivo appello a coinvolgere il pubblico in questa storia culturale, che è il nostro patrimonio comune. Non stupisce dunque che egli in questo passaggio faccia riferimento ai filosofi Voltaire e Gabrielle Émilie du Châtelet<sup>23</sup> per

<sup>22</sup> J.D. Bernal, *The social function of science*, Routledge, London 1939, pp. 88-89.

<sup>23</sup> Madame du Châtelet fu una filosofa e scienziata francese che tradusse i *Principia* di Newton in francese e che nel 1740 scrisse *Institutions de Physique*, un

illustrare come la scienza una volta fosse intesa come parte di una più ampia tradizione culturale e come nel XVIII secolo si fosse abituati a intrattenere conversazioni intorno alla scienza nei salotti filosofici e letterari.

Cogliendo questo invito di Bernal, vorrei ora rivolgere l'attenzione a questa funzione sociale (non solo della scienza ma anche della filosofia della scienza), poiché credo che i filosofi e gli scienziati abbiano responsabilità simili in materia. Credo inoltre che possano assolvere a questa funzione sociale solo lavorando insieme. Abbiamo il dovere verso le nostre società democratiche di adempiere a questo sforzo comune, anche se l'utilità immediata di questo genere di attività interdisciplinare non è sempre evidente. E per illustrare ciò che intendo per funzione sociale della filosofia della scienza (o come i filosofi della scienza possano contribuire al dibattito pubblico intorno alla scienza), si considerino queste tre parole chiave che sono così radicate nel nostro dibattito pubblico eppure così elusive, al punto che se ne abusa in molti contesti: «evidenza», «progresso» e «verità».

### *Evidenza*

Il dibattito pubblico (e la copertura sui giornali e sui social media) sul ruolo dell'evidenza nella scienza si intreccia spesso con alcune questioni controverse sollevate da lobby politiche. Si consideri, ad esempio, il dibattito intorno all'evidenza sul cambiamento climatico, o all'evidenza a favore dei benefici della vaccinazione dei bambini, o a quella per la crescita economica. Certamente è compito degli scienziati trovare l'evidenza (i fatti scientifici) per ciascuno di questi casi. Ma io credo sia anche compito dei filosofi della scienza lavorare a fianco degli scienziati e controllare il modo in cui l'evidenza viene inserita nelle previsioni scientifiche e nelle simulazioni al computer; analizzare come l'evidenza venga calibrata e usata per trarre conclusioni a riguardo del probabile aumento di temperatura nei prossimi venticinque anni, a riguardo della crescita economica, o nel decidere che è effettivamente una buona scelta quella di immunizzare i bambini. Fa parte della funzione sociale della filosofia della scienza lavorare a fianco degli scienziati e costruire narrazioni intorno all'evidenza scientifica e l'uso che se ne fa per influenzare decisioni politiche di rilevanza sociale.

importante testo nella storia della filosofia naturale che influenzò il giovane Kant. Il suo lavoro è stato solo recentemente riscoperto grazie al progetto Vox ([projectvox.library.duke.edu](http://projectvox.library.duke.edu)) alla Duke University.

Nel mio lavoro non mi sono occupata di scienze del clima, medicina o economia, ciononostante il problema dell'evidenza è stato ed è ricorrente anche nella fisica moderna. L'evidenza in certe aree della fisica viene trovata in modo molto laborioso. È difficile da trovare e ancor di più da analizzare. Permettetemi di tornare brevemente all'esempio della cosmologia e alla ricerca corrente in tema di materia oscura, un'altra area di cui mi sono occupata di recente. Stando all'attuale modello cosmologico (il modello LCDM), l'universo consiste per il 70 per cento di energia oscura, per il 25 per cento di materia oscura e per il 5 per cento di materia ordinaria. Chiarire la natura della materia oscura e dell'energia oscura rimane una sfida aperta e pressante sia per la ricerca nella fisica delle particelle sia per la cosmologia. Cos'è la materia oscura ad esempio? A oggi esistono numerose ipotesi su cosa possa essere la materia oscura; ma esperimenti finalizzati all'osservazione diretta hanno dato finora risultati negativi. Quindi da dove ci viene l'evidenza per l'esistenza della materia oscura?

Alcune delle principali (ma non uniche) indicazioni circa la materia oscura ci vengono dalle curve di rotazione delle galassie e dalle simulazioni al computer sulla struttura dell'universo e la sua evoluzione nel tempo. La materia oscura fu introdotta per spiegare la ben nota osservazione, che risale al lavoro di Vera Rubin e dei suoi collaboratori degli anni Settanta, che la velocità rotazionale delle galassie a spirale anziché diminuire con la distanza dal centro, come si sarebbe atteso, rimane costante<sup>24</sup>. Questa è considerata un'evidenza in favore dell'esistenza di aloni di materia oscura che circondano le galassie e all'interno dei quali le galassie si sarebbero formate (gli stessi aloni che tra l'altro sono necessari per garantire la stabilità dinamica ai dischi galattici).

Ma ci sono altre evidenze che in cosmologia, sostengono alcuni critici, invitano ad adottare un approccio più cauto. Recentemente, il dibattito si è concentrato su alcune evidenze astrofisiche che prendono il nome di relazione barionica di Tully-Fisher (BTF)<sup>25</sup>. Si tratta di una relazione empirica tra la massa barionica delle galassie ( $m$ ) e la loro velocità di rotazione ( $v^4$ ). La relazione BTF può essere trattata come evidenza che viene spiegata senza la necessità di introdurre la materia oscura all'interno della teoria co-

<sup>24</sup> V.C. Rubin, W.K. Ford, N. Thonnard, «Rotational properties of 21 SC galaxies with a large range of luminosities and radii», *The Astrophysical Journal*, 238, 1980, pp. 471-487.

<sup>25</sup> R.B. Tully, J.R. Fisher, «A new method for determining the distances to galaxies», *Astronomy & Astrophysics*, 54, 1977, pp. 661-673.

nosciuta come Modified Newtonian Dynamic (MOND-Dinamica Newtoniana Modificata), in cui si modificano proprio le leggi di Newton su scala cosmica<sup>26</sup>. A ogni modo, la stessa evidenza fornita dalla relazione BTF può essere inclusa all'interno del modello LCDM (senza dunque modificare le leggi di Newton su scala cosmica) ricorrendo a sofisticate simulazioni al computer<sup>27</sup>.

Come possono i filosofi contribuire a questo dibattito interno alla cosmologia? Chiaramente non spetta al filosofo emanare verdetti su chi abbia ragione e chi torto in questo dibattito interno alla cosmologia; e di certo non è nostro compito pontificare sulla natura delle evidenze stesse. Ma è invece nostro compito in quanto filosofi quello di riflettere sul potere esplicativo, sulla coerenza dei modelli e sulle novità predittive di diverse proposte teoriche rispetto a una molteplicità di evidenze su scale diverse. Per esempio, può il modello LCDM spiegare la relazione BTF? O può solo accomodarla? E possono le teorie alternative all'LCDM modellizzare la formazione della struttura dell'universo con uguale successo? E per quanto riguarda le proposte ibride che sono state recentemente presentate per tenere insieme il meglio delle due alternative (LCDM e MOND), hanno davvero un genuino potere predittivo<sup>28</sup>? Queste sono domande per i filosofi della scienza, domande su cui dobbiamo indagare e alle quali dobbiamo cercare di rispondere in dialogo con gli scienziati coinvolti in questo dibattito<sup>29</sup>.

Nuova conoscenza viene prodotta attraverso questo lavoro interdisciplinare di confronto critico tra filosofia e scienza. I filosofi giocano un ruolo importante in tutto questo. Il loro lavoro può far progredire un dibattito già esistente, che può essere fondato su assunzioni rivedibili, chiarendo come e perché, ad esempio, il disaccordo tra esperti non sia tanto sui dati quanto relativo alla domanda se questi dati forniscano evidenza per una nuova fisica (come sostiene MOND) o se si possano invece adattare al paradigma

<sup>26</sup> Si veda ad esempio F. Lelli, S.S. McGaugh, J.M. Schombert, «The small scatter of the Baryonic Tully-Fisher relation», *The Astrophysical Journal Letters*, 816, L14, 2016, pp. 1-6.

<sup>27</sup> Si veda ad esempio A. Cattaneo, J. Blaizot, J.E.G. Devriendt *et al.*, «The new semianalytic code GalICS2.0 – reproducing the galaxy stellar mass function and the Tully–Fisher relation simultaneously», *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 471, 2017, pp. 1401-1427.

<sup>28</sup> Si veda ad esempio J. Khoury, «Another path for the emergence of modified galactic dynamics from dark matter superfluidity», *Physical Review*, 2016, D 93, 103533, pp. 1-14.

<sup>29</sup> Ho affrontato alcune di queste tematiche in M. Massimi, «Three problems about multiscale modelling in cosmology», *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 2018.

ma esistente (LCDM), nell'esempio della cosmologia moderna. Indagare la natura della conferma scientifica, le procedure per controllare la coerenza e l'integrazione di diversi *datasets*, le inferenze usate per calibrare i parametri, i metodi adottati nella selezione dei modelli o la capacità delle simulazioni al computer di replicare determinati fenomeni, tutto questo rientra nelle competenze dei filosofi della scienza. Ed è (o dovrebbe essere) una parte integrante dell'indagine scientifica. I filosofi possono gettar luce sui dibattiti scientifici, non perché ne sappiano di più o perché abbiano un'autorità normativa che consenta loro di dire agli scienziati cosa fare, ma semplicemente perché le discussioni sui modelli, sui limiti epistemici delle simulazioni al computer, sulla calibrazione dei parametri e sulle inferenze dai dati ai fenomeni, non sono il genere di discussione in cui uno scienziato si intrattiene tipicamente nel quotidiano. E le risposte ad alcune di queste pressanti domande (per esempio, i dati sono o no evidenza per il fenomeno  $x$  anziché  $y$ ?) dipendono anche da come noi, agenti epistemici, ci poniamo di fronte a queste più ampie problematiche di natura metodologica e concettuale.

Questo è ciò che chiamo il ruolo facilitatore della filosofia della scienza nella sua funzione sociale. La filosofia della scienza facilita l'indagine scientifica dispiegando la macchina che c'è dietro le evidenze, i modelli, la calibrazione dei parametri, la conferma, la spiegazione, la simulazione, le predizioni e così via. In questo senso la filosofia della scienza è in piena continuità con le scienze. Il nostro ruolo di facilitatori consiste nel contribuire alle discussioni interdisciplinari con gli strumenti concettuali e la sensibilità metodologica che abbiamo, e nell'aiutare gli scienziati a ottenere nella sfera pubblica ciò che Bernal descriveva come «l'assistenza che dovrebbe essere data al lavoro dello scienziato, in cambio dei probabili benefici che questo porterà all'umanità».

### *Progresso*

Parliamo continuamente di «progresso» nella scienza. La scienza ha portato abbastanza progresso? Come misuriamo se in una determinata area e in merito a un ambito specifico è stato fatto un progresso? Le pratiche istituzionali, ossessionate come sono dalle misurazioni, ci costringono a quantificare costantemente l'impatto della ricerca e a misurare se gli obiettivi sono stati raggiunti. Le domande in merito al progresso scientifico si intrecciano spesso



con questioni legate al finanziamento per la ricerca. Perché spendere soldi dei contribuenti in programmi di ricerca che non hanno progredito abbastanza verso gli obiettivi prefissati? Ma cos'è il progresso nella scienza? E in che modo i filosofi possono aiutare a rispondere a questa domanda?

Gli scienziati sono magari inclini a rispondere in termini di avanzamento tecnologico – guardate quanta strada abbiamo fatto! Costruiamo satelliti e li lanciamo in orbita. Presto avremo a disposizione auto a guida autonoma. Produciamo nuovi farmaci per combattere malattie. Il nostro progresso è spesso espresso in termini di scoperte: abbiamo scoperto il bosone di Higgs, abbiamo scoperto i meccanismi dietro la replicazione del DNA e così via. Sembra che il progresso debba essere misurato in termini di scoperte o in termini di avanzamento tecnologico.

Non stupisce dunque che un senso di frustrazione accompagni quei programmi di ricerca scientifici in cui l'opinione pubblica ritiene che tempo e soldi siano stati investiti in modo apparentemente inutile e senza alcun ritorno – nulla è stato scoperto ancora, non c'è alcun avanzamento tecnologico in vista, quindi perché continuare a investire i soldi dei contribuenti in qualcosa di inutile? Pensate, ad esempio, all'attuale situazione nella fisica delle alte energie, dove, a dispetto della diffusa convinzione degli scienziati che il Modello Standard attuale non sia tutto ciò che c'è da sapere (per via di una serie di problematiche ancora irrisolte), tuttavia non è ancora stata trovata alcuna nuova particella che obbedisca a una fisica che vada al di là del Modello Standard (BSM-Beyond Standard Model). Dobbiamo continuare a investire soldi per costruire acceleratori di particelle più grandi e più sensibili che possano rilevare particelle BSM? Ho assistito innumerevoli volte a situazioni in cui, in discorsi o eventi pubblici, il pubblico mette in discussione i fisici delle particelle su questo punto. Perché spendere più soldi per la ricerca di base? Che cosa ce ne torna?

Questa è un'altra area dove penso che i filosofi, in quanto intellettuali impegnati nel dibattito pubblico, possano e debbano intervenire, cercando di correggere alcuni equivoci intorno al fatto che o la ricerca scientifica serve a qualcuno o sembra non servire a nulla (e di conseguenza non dovrebbe venire finanziata). Questo approccio miope su come misurare il successo e il progresso nella scienza (e conseguentemente come comunicarlo al pubblico) è basato su un'assunzione filosoficamente errata, ovvero quella secondo cui il progresso deve essere misurato principalmente in

termini utilitaristici. La filosofia della scienza ci insegna a come pensare al progresso scientifico non solo in termini di mera utilità né necessariamente in termini di convergenza con una «Teoria del tutto» che in molti ancora sognano (e che potrebbe, per quello che sappiamo oggi, essere o non essere trovata un giorno). Quindi come va pensato il progresso scientifico?

La fisica delle alte energie esemplifica splendidamente come si possa pensare in modo diverso al progresso; qui infatti il progresso è misurato dalla capacità di escludere possibilità, di eliminare con un elevato livello di sicurezza (95 per cento) scenari fisici concepibili e mappare così lo spazio di ciò che potrebbe essere *oggettivamente possibile* in natura. Ho studiato alcune delle pratiche modellistiche utilizzate in questo ambito guardando, tra gli altri, agli esperimenti Atlas e CMS del Cern<sup>30</sup> e in particolare al lavoro svolto dai gruppi che lavorano sulla SuperSimmetria (SUSY) per identificare regioni di esclusione dove non è stato trovato alcun segnale per questi concepibili stati fisici<sup>31</sup>. È così che la fisica nel 99,9 per cento delle volte progredisce, e nel tempo restante qualcuno vince un premio Nobel per aver scoperto una nuova particella. Ma non è quel rimanente 0,1 per cento del tempo da solo che definisce se sia stato fatto sufficiente progresso nella fisica delle particelle e che giustifica se ulteriori fondi pubblici debbano venire investiti in acceleratori di particelle più sofisticati. In modo ugualmente importante, il progresso dovrebbe venir stabilito sulla base di quel 99,9 per cento del tempo che i fisici trascorrono a escludere possibilità e a delimitare lo spazio di ciò che potrebbe essere oggettivamente reale. Anche questo è progresso scientifico ed essere capaci di comunicarlo al pubblico (e ai membri di un governo) è anche compito dei filosofi della scienza. Questo è un esempio di ciò che io chiamo il *ruolo autoriflessivo* della filosofia della scienza nella sua funzione sociale. Qui la filosofia della scienza non è solo in continuità con la scienza ma fornisce un fondamentale meta-livello per fare un passo indietro, riflettere, valutare le direzioni della ricerca e per stabilire cosa sia il progresso e il successo nella scienza.

<sup>30</sup> M. Massimi, «Perspectival modeling», *Philosophy of Science*, 85, 2018, pp. 335-359.

<sup>31</sup> Si veda ad esempio la Collaborazione ATLAS, G. Aad, B. Abbott *et al.*, «Summary of the ATLAS experiment's sensitivity to supersymmetry after LHC Run 1-interpreted in the phenomenological MSSM», *Journal of High Energy Physics*, 134, 2015, pp. 1-74. Si veda anche la Collaborazione CMS, V. Khachatryan *et al.*, «Search for new physics with the MT2 variable in all-jets final states produced in pp collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV», *Journal of High Energy Physics*, 6, 2016, pp. 1-60.

## Verità

Probabilmente l'immagine che ho dato finora del filosofo della scienza impegnato nel dibattito pubblico su ampi temi quali il ruolo dell'evidenza e la natura del progresso scientifico è meno nota rispetto alla tipica immagine del filosofo che filosofeggia sulla Verità con la V maiuscola. I filosofi amano (o odiano, a seconda di chi interpellate) le discussioni intorno alla verità nella scienza. Un intero dibattito su realismo e antirealismo in filosofia della scienza ha infuriato per più di mezzo secolo e ancora si sta protrahendo<sup>32</sup>. Questa è un'altra area di cui mi sto occupando per il mio progetto Erc che mira a difendere una prospettiva realista sulla scienza sostenendo che questa sia compatibile con il fatto che la nostra conoscenza è comunque *situata o prospettica*, cioè proveniente da un punto di osservazione particolare (quello delle teorie, dei modelli, degli esperimenti, degli strumenti e dei valori che condividiamo come comunità di agenti epistemici)<sup>33</sup>. Quindi permettetemi di concludere con qualche breve osservazione sulla verità e sul pluralismo nella scienza.

«Verità» è un termine scomodo da usare sia in scienza sia in filosofia. Reca con sé tutta una serie di connotazioni implicite e spesso associazioni stereotipiche. «Dire la verità e nient'altro che la verità» può ancora essere una prassi importante nel sistema giuridico. L'idea, però, che ci possa essere una verità sulla natura fa immediatamente alzare le sopracciglia a filosofi e storici della scienza, come se ci fosse una sola versione vera e oggettiva della natura e come se lo scopo della scienza fosse quello di scoprirla (tramite prove ed errori, ma sempre andando avanti verso la verità).

Ma – i miei colleghi storici si affretterebbero a correggermi – la storia della scienza non ci ha forse insegnato qualcosa? Non abbiamo creduto per secoli nell'etere, nel sistema geocentrico, in vari tipi di fluidi elastici (ancora presenti nell'atomo di Dalton), che ora consideriamo errori di un lontano passato? Come possiamo essere certi che lo stesso destino non tocchi al nostro Modello Standard nella fisica delle alte energie da qui a duecento anni? La scienza non è forse soggetta a rivoluzioni scientifiche e plateali cambiamenti concettuali come enfatizzava Thomas Kuhn negli

<sup>32</sup> Per una panoramica attuale sul dibattito intorno al realismo scientifico, si veda J. Saatsi (a cura di), *The Routledge handbook of scientific realism*, Routledge, London 2018.

<sup>33</sup> Per una breve panoramica si veda M. Massimi, «Perspectival realism», in J. Saatsi, *op. cit.*, pp. 164-175.

anni Sessanta<sup>34</sup>? E non sono forse i nostri migliori modelli scientifici solo delle idealizzazioni, «felici falsità» che forniscono comprensione ma non verità come qualche filosofo della scienza ha recentemente sostenuto<sup>35</sup>? E poi, cos'è questo fantasma chiamato «Verità» che i filosofi della scienza che si definiscono «realisti» hanno posto su un piedistallo come il fine ultimo dell'indagine scientifica, se non ciò che una determinata comunità di agenti epistemici è giustificata a credere a un certo punto della storia (come il filosofo Hilary Putnam ha sostenuto, riprendendo la tradizione pragmatista americana<sup>36</sup>).

C'è di più. Non è forse la verità nella scienza associata a forme di futile dottrinalismo e a battaglie intraculturali a cui non dovrebbe essere dato spazio in una società tollerante, aperta e genuinamente pluralista? Come possiamo essere genuinamente realisti nel credere che la scienza miri alla verità e allo stesso tempo essere pluralisti nei confronti della scienza? Chi condivide l'immagine che Aristofane dà dei filosofi (che misurano il salto della pulce sul pavimento) potrebbe ghignare a questo punto: «Ci risiamo! I filosofi che danno le direttive sulla Verità nella scienza e il pluralismo nella società come se avessero qualche autorità o competenza per farlo!».

No, avete ragione, non abbiamo né autorità né competenza per farlo. Ma chi ne ha d'altronde? E se non spetta ai filosofi della scienza parlare di queste cose nel dibattito pubblico, su chi dovrebbe ricadere il compito? Questi argomenti non possono essere taciuti, perché sono troppo importanti. Non possono restare inesplorati perché riguardano ciascuno di noi e hanno enormi conseguenze per la società. Il punto è che la verità è importante (o dovrebbe essere importante per la scienza) tanto quanto lo è per il sistema giuridico. La verità è un invito a resistere alla tentazione di metter in dubbio solo per il gusto di mettere in dubbio. È un impegno ad aderire all'evidenza quale unico tribunale a cui ciascuno debba rispondere.

In una cultura in cui i «fatti alternativi» sembrano aver fatto breccia nei media e nel dibattito pubblico nel nome di un non meglio qualificato e vuoto pluralismo, penso che il ruolo dei filosofi della scienza sia quello di schierarsi con gli scienziati a favore della

<sup>34</sup> T. Kuhn, *The structure of scientific revolutions*, University of Chicago Press, Chicago 1962; tr. it. di A. Carugo, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino 2009.

<sup>35</sup> Si veda C. Elgin, *True enough*, Oxford University Press, New York 2017.

<sup>36</sup> H. Putnam, *Realism with a human face*, Harvard University Press, Cambridge 1990; tr. it. di E. Sacchi, *Realismo dal volto umano*, il Mulino, Bologna 1995.

scienza, e di farlo in modo manifesto, inequivocabile e senza compromessi. Riconoscere che la scienza non è un comodo espediente per lobby potenti e particolari programmi politici; che i modelli scientifici sono più che utili strumenti; che l'evidenza scientifica (difficile da ottenere e da interpretare) è pur sempre evidenza (e la sola evidenza a cui fare riferimento), riconoscere tutto questo non significa rinunciare al pluralismo nella scienza e nella società. Allo stesso modo, riconoscere che il nostro sapere scientifico è situato e prospettico, che proviene sempre da un punto di osservazione determinato (quello degli strumenti, delle risorse concettuali e delle pratiche scientifiche disponibili in un determinato arco di tempo a una determinata comunità scientifica), non rende l'indagine scientifica meno realistica né meno impegnata a trovare la verità sulla natura, al meglio delle nostre possibilità. Questo è ciò che chiamo il *ruolo abilitante* in questo modello a tre vettori, per così dire, della funzione sociale della filosofia della scienza.

Nel corso degli ultimi anni, ho trascorso diverso tempo a studiare alcune di queste pratiche scientifiche e tecniche legate ai modelli scientifici. Ho tratto enorme beneficio da conversazioni con colleghi fisici tentando di comprendere meglio come sia possibile per noi – esseri umani finiti con i limiti epistemici dovuti dalla nostra conoscenza prospettica – cercare di esplorare l'inesplorato; come sia possibile formulare nuove teorie e modelli che – radicati nelle pratiche che abbiamo a disposizione – possano nonostante tutto essere usati per stabilire la validità dell'evidenza e fornire indicazioni per una nuova fisica che vada al di là del Modello Standard. Grazie a questo dialogo con gli scienziati, studiando alcuni dei loro affascinanti lavori e delle loro visionarie pratiche, sono arrivata a ripensare il modo in cui la verità, la rappresentazione, le prospettive e il pluralismo sono solitamente presentate in letteratura. Credo che alcune delle controversie tradizionali intorno al realismo e all'antirealismo nella scienza siano originate da alcune diffuse assunzioni filosofiche circa il funzionamento dei modelli, le relazioni tra teoria ed evidenza e il ruolo della rappresentazione nella scienza. E ho cominciato a suggerire un nuovo modo di pensare a questi problemi tradizionali, un nuovo modo che abbia la capacità di riconciliare il realismo nella scienza con il pluralismo e il prospettivismo. Ma questo è l'argomento di un altro discorso che non avrei il tempo di presentare qui e quindi rimando il lettore al mio progetto Erc ([www.perspectivalrealism.org](http://www.perspectivalrealism.org), dove è anche disponibile una lista completa delle pubblicazioni accademiche, con in più una monografia in arrivo nel 2020).

Per concludere, ci sono molte ragioni per cui la filosofia della scienza è importante per la scienza. Queste ragioni hanno tutte a che fare con il triplice valore della ricerca interdisciplinare. Come ho sottolineato, la filosofia della scienza contribuisce a ciascuno di questi fattori: contribuisce al *valore esplorativo* essendo in continuità con la scienza; al *valore unificante* fornendo un metalivello dove le strategie metodologiche comuni possono venire esaminate; e al *confronto critico* svolgendo un'importante funzione sociale. Tale funzione sociale è a sua volta articolata intorno a ciò che ho chiamato rispettivamente il *ruolo facilitatore*, *autoriflessivo* e *abilitante* che la filosofia della scienza gioca nei confronti della scienza.

Permettetemi brevemente di tornare a Bernal e al suo ritratto dell'«uomo moderno di fronte ai disastri della disoccupazione tecnologica e del conflitto scientifico compiuti dall'uomo, in cui la pericolosa stretta che le idee fasciste e demagogiche possono esercitare è una misura sia dell'ignoranza popolare sia della necessità di avere qualcosa in cui credere»<sup>37</sup>. Rendere il pubblico consapevole del fatto che una pluralità di prospettive non significa che tutto è lecito e non significa che l'evidenza in favore di una conclusione sia equivalente all'evidenza in favore di un'altra conclusione; rendere il pubblico consapevole del fatto che la verità conta (tanto nella vita quanto nella scienza) e coinvolgere il pubblico in queste domande filosofiche, risponde al meglio ai bisogni di società democratiche, tolleranti e pluraliste. È questo genere di conoscenza interdisciplinare che permette alle persone di prendere decisioni informate e fare scelte responsabili per loro stesse e per il futuro dei loro figli.\*

(traduzione di Francesco Suman)

<sup>37</sup> J.D. Bernal, *op. cit.*, p. 88.

\* L'originale inglese della *lectio* è stato pubblicato su: *Notes and Records: The Royal Society Journal of the History of Science* (doi:10.1098/rsnr.2018.0054). Traduzione italiana con permesso della Royal Society. © 2018 dell'autrice.