

PASQUALE FRASCOLLA

**SCIENZA, FILOSOFIA, SENSO COMUNE:  
COME L'INCREDBILE PUÒ DIVENTARE OVVIO**

1. *Che cosa resta delle onde gravitazionali*
2. *Scienza e immagine del mondo*
3. *Un paio di compiti per scienza e filosofia*

**ABSTRACT:** *The paper is devoted to an examination of some aspects of the relation between science, philosophy and common sense. By referring to crucial episodes of the history of astronomy and physics such as the Copernican Revolution and the birth of Relativity Theory, attention is paid to the process by which new scientific ideas contrasting with deeply entrenched intuitions and socially shared beliefs are gradually absorbed into the conceptual schema underlying common sense. Some light is thrown on the role that philosophy can play in that process.*



### **1. *Che cosa resta delle onde gravitazionali***

Com'è noto, una delle conseguenze ricavabili dai principi della Teoria della Relatività Generale è la previsione dell'esistenza di onde gravitazionali. La notizia che, giusto cento anni dopo che Einstein l'aveva formulata (1916), la previsione è stata sperimentalmente verificata (2016), ha avuto un certo risalto su tutti i media. Naturalmente, il fatto che fosse coinvolto Einstein, lo stereotipo dello scienziato geniale e anti-conformista, notissimo anche al grande pubblico, ha favorito la risonanza mediatica dell'evento scientifico. Tra gli addetti ai lavori, il tema è ben vivo e lo sarà presumibilmente per molto tempo ancora. Ma proviamo a chiederci cosa resta del racconto di quell'evento, quale traccia esso abbia lasciato, non solo nella

sterminata platea di chi ha avuto la notizia attraverso i media, ma anche nella cerchia più ristretta di quelli che chiamerò genericamente “gli uomini colti”.

Perché una sia pur minima traccia sia rimasta, occorre, innanzitutto, che si sappia di quale evento stiamo parlando, su che cosa verteva la notizia, e questo lo si può sapere solo se si è semanticamente padroni della porzione di linguaggio usata per descrivere l’evento, ossia per parlarne. Tralasciamo la descrizione dell’apparato sperimentale impiegato per il controllo dell’ipotesi dell’esistenza delle onde gravitazionali, e concentriamoci sulla cornice teorica in cui l’esperimento è stato progettato ed eseguito. Ovviamente, per capire l’enunciato “è stata verificata la previsione dell’esistenza delle onde gravitazionali” devo conoscere il significato dell’espressione “onda gravitazionale” (in teoria del significato c’è un principio generale, il Principio di Composizionalità, che afferma, appunto, che per comprendere il significato di un’espressione linguistica complessa, un enunciato, nel nostro caso, si devono conoscere i significati dei suoi costituenti). Possiamo esprimere lo stesso punto in termini non semantici dicendo che, per capire quell’enunciato, bisogna sapere cos’è un’onda gravitazionale. Consideriamo, allora, una definizione del concetto di *onda gravitazionale*, anche alla buona, puramente qualitativa, come la seguente: un’onda gravitazionale è una deformazione della curvatura dello spazio-tempo, che si propaga come un’onda e che è prodotta da rapide, enormi variazioni nella distribuzione delle masse, come quelle che avvengono nella collisione di due buchi neri. Qui si comincia a intravedere che la risposta più plausibile alla nostra domanda iniziale (che traccia è rimasta fra i non addetti ai lavori, anche colti, della notizia riguardante la verifica della previsione einsteiniana?) è: nulla, oltre al rumore della notizia. Per maneggiare con competenza il concetto di *onda gravitazionale*, infatti, bisogna essere padroni di un’intera

batteria di concetti altamente specializzati (tra gli altri, quello di *massa*, quello di *spazio-tempo* e quello, solo apparentemente più abbordabile, di *onda*), ed è molto improbabile che anche un uomo colto, un uomo che svolga un lavoro intellettuale come professione, in particolare in ambito umanistico, lo sia.

Queste rapide considerazioni suggeriscono, in effetti, una miriade di problemi interessanti, che vanno da quelli più specificamente attinenti alla teoria del significato e della comunicazione a quelli che riguardano l'interazione tra l'apparato concettuale della scienza, il senso comune e la cultura in generale. In quest'articolo, mi soffermerò esclusivamente su quest'ultimo tema, e lo farò prendendo spunto da alcuni episodi cruciali della storia dell'astronomia e della fisica moderne, per poi tornare alla Teoria della Relatività e porre alcune questioni che, a mio avviso, hanno uno specifico rilievo in rapporto alla fisica contemporanea.

## **2. Scienza e immagine del mondo**

Si sa che "salvare i fenomeni" è uno degli scopi fondamentali della scienza: le teorie scientifiche devono *spiegare* ciò che osserviamo o abbiamo osservato in passato, e devono permetterci di *prevedere* ciò che osserveremo in futuro. Uno degli aspetti più affascinanti dell'impresa cognitiva della scienza è che, spesso, le teorie più efficaci per il raggiungimento di quell'obiettivo svelano il carattere ingannevole, di "mera apparenza", di ciò che percepiamo: quello che appare ai nostri sensi è spiegato come l'effetto di qualcosa di molto diverso, che non appare affatto. Il caso più clamoroso è costituito dalla spiegazione copernicana del moto "apparente" del Sole: noi vediamo il Sole percorrere un semicerchio nel cielo nell'intervallo di tempo fra l'alba e il tramonto, ma, ci dice Copernico, questa è solo l'apparenza prodotta dalla rotazione della Terra attorno al proprio asse. Ci

vuole poco per convincersi che, se ipotizziamo che la Terra ruoti attorno al proprio asse, il Sole dovrà apparirci in movimento, precisamente come, di fatto, lo vediamo. Una volta accettata l'ipotesi copernicana, si affacciano numerosi altri problemi, che nascono dal conflitto tra le sue presunte conseguenze e la nostra esperienza effettiva. Nel Settimo Capitolo del Primo Libro del *De revolutionibus orbium caelestium*, Copernico stesso si preoccupa di enunciare (e confutare) le obiezioni che un astronomo tolemaico muove all'ipotesi della rotazione della Terra attorno al proprio asse. In breve, secondo il tolemaico, data la grande velocità di questo moto, la Terra si disgregherebbe in tanti pezzi, tutti i corpi liberi sulla Terra sarebbero instabili e proiettati verso il cielo, i gravi in caduta libera toccherebbero il suolo in un punto diverso dall'estremo della perpendicolare di caduta, e le nuvole, come le altre cose sospese in aria, dovrebbero apparirci sempre in moto verso ovest<sup>1</sup>.

Nel momento in cui l'ipotesi eliocentrica non è concepita semplicemente come un utile artificio matematico per salvare i fenomeni (come suggeriva prudentemente Osiander nella sua *Premessa* al *De revolutionibus*, e come, anni dopo, raccomandava di fare il Cardinale Bellarmino), ossia nel momento in cui le si conferisce un significato fisico, che va ben oltre i confini dell'astronomia matematica, i problemi formulati dal tolemaico si presentano inevitabilmente. E in effetti, solo quando l'ipotesi eliocentrica fu inserita nel quadro fisico e cosmologico fornito dalle teorie galileiane e newtoniane elaborate nel corso del secolo e mezzo trascorso dall'anno di pubblicazione del capolavoro di Copernico (1543) all'anno in cui Newton pubblicò i suoi *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), quei problemi, assieme a tanti altri anche molto più importanti, trovarono una risposta soddisfacente (per gli standard esplicativi dell'epoca).

---

<sup>1</sup> Cfr. N. Copernico, *De revolutionibus orbium caelestium* (1543), a cura di F. Barone, Mondadori, Milano 2008, p. 197.

Ai nostri fini, conta seguire l'interazione delle nuove teorie astronomiche, fisiche e cosmologiche col senso comune, anche colto. Qui ci sono, a mio avviso, due elementi salienti. Da una parte, nel corso del Settecento si costruisce un'immagine del mondo modellata sulle idee della nuova fisica e della nuova cosmologia, un'immagine che rafforza man mano la sua presa sugli scienziati grazie agli straordinari successi delle teorie nella spiegazione e previsione dei fenomeni, e che diviene popolare anche grazie all'opera "propagandistica" di filosofi e di scrittori (si pensi, per fare due esempi celebri, agli *Éléments de La philosophie de Newton mis à la portée de tout le mond* (1738) di Voltaire e al *Newtonianismo per Le dame* di Francesco Algarotti (1737). L'immagine maestosa e, insieme, inquietante, dell'universo come uno spazio infinito, con le sue infinite stelle circondate forse da pianeti simili a quelli che girano attorno al Sole, con le sue comete, con i satelliti dei pianeti ecc., il tutto regolato dalla semplice legge della gravitazione universale, si deposita gradualmente nel senso comune, costituendone lo sfondo di certezze che non viene più messo in discussione<sup>2</sup>. In effetti, è lo stesso sfondo che, attraverso i processi di formazione culturale gestiti dalle istituzioni scolastiche, viene ancora oggi trasmesso, assimilato e socialmente diffuso. D'altra parte, certe questioni "particolari" non vengono più sollevate. Non importa, ad esempio, che non si sappia dare una risposta precisa alle domande "tolemaiche" discusse già da Copernico, o ad altre analoghe: ciò che conta è il fatto che gli esperti saprebbero dare una risposta soddisfacente. La fiducia incondizionata negli esperti, coniugata all'adesione a una coerente immagine del mondo trasmessa autorevolmente, fa sì che l'ignoranza dei "dettagli" possa tranquillamente convivere con la mancanza di dubbi sul quadro

---

<sup>2</sup> Sul tema delle certezze del senso comune e sulla nozione di *immagine del mondo (Weltbild)*, cfr. L. Wittgenstein, *Della certezza*, tr. it. Einaudi, Torino 1978.

generale: e questo vale anche per il senso comune delle persone colte.

Posto che quelli sopra delineati siano stati alcuni dei tratti salienti del processo di trasferimento delle principali idee della scienza copernicano-galileiana-newtoniana nel senso comune moderno, proviamo a chiederci se un processo analogo stia avvenendo con le idee della fisica contemporanea. Ci concentreremo sulla teoria della relatività, e, quindi, sui concetti di *spazio* e *tempo*, ma un discorso analogo potrebbe essere fatto per la meccanica quantistica, in particolare per i concetti di *oggetto* e di *causa*. Innanzitutto, si deve subito escludere che il processo di trasferimento sia impedito dal carattere particolarmente sofisticato della matematica impiegata nella relatività. Per dare una solida base alla sua fisica matematica, Newton si era dovuto inventare il calcolo differenziale e integrale, ma le difficoltà e le novità matematiche non avevano impedito che i *Principia* diventassero la base della costruzione della nuova immagine meccanicistica del mondo: potremmo dire che la parte matematica della teoria fisica, dal punto di vista del senso comune, fa parte dei “dettagli” affidati agli esperti. C'è un altro aspetto della fisica newtoniana che è, invece, rilevante perché segna una differenza notevole con quella relativistica: si tratta del legame che le nozioni fondamentali della prima hanno con le esperienze e le percezioni comuni. Vediamo di che si tratta, considerando qualche esempio e mettendolo a contrasto con alcune nozioni relativistiche.

Com'è noto, una delle idee più geniali di Newton fu quella d'immaginare che i pianeti siano attratti verso il Sole da una forza centrale, proprio allo stesso modo in cui una mela che cade da un albero è attratta dalla Terra (dalla combinazione del moto di “caduta” di un pianeta verso il Sole e della forza d'inerzia, che lo spinge tangenzialmente alla linea orbitale, si genererebbe il suo moto ellittico attorno al Sole). La potenza

dell'immaginazione qui è straordinaria, ma il modello da cui si ragiona per analogia (la caduta della mela) è un evento osservabile, parte della nostra esperienza quotidiana con i corpi pesanti, "a portata di mano", per così dire. Un altro esempio: Newton parla di una forza che agisce istantaneamente a distanza, la forza di gravità, appunto. Per Newton stesso, e ancor più per i suoi contemporanei fedeli ai principi della fisica di Cartesio, l'idea che una porzione di materia possa agire su altra materia senza reciproco contatto era un'idea "inconcepibile" (e il fatto di aver rinunciato a spiegare la natura della gravità, in conformità al celebre precetto metodologico "*hypotheses non fingo*", limitandosi a descriverne matematicamente le proprietà, aveva fatto sì che i suoi *Principia* fossero, appunto, solo *Principia Mathematica*)<sup>3</sup>. Tuttavia, casi di azione a distanza tra parti di materia sono a disposizione, e ben noti, nell'esperienza comune: una calamita che attrae un pezzo di ferro può ben costituire un modello di quello che accade "in grande" con la gravità. Per non citare il fatto che, al tempo di Galilei, il sistema dei satelliti di Giove aveva fornito, grazie al cannocchiale, un modello osservabile dell'intero sistema solare copernicano.

Esaminiamo ora, per contrasto, il modo in cui nella relatività speciale si arriva alla conclusione che il concetto di simultaneità è un concetto relativo al sistema di riferimento in cui è collocato l'osservatore. Si può ragionare così: innanzitutto, è abbastanza facile riconoscere che il concetto di identità di luogo in tempi diversi è un concetto relativo al sistema di riferimento. Supponiamo, infatti, che io abbia ricevuto oggi uno studente nel mio studio e che lo riceverò di nuovo domani nel mio studio. Posso affermare, allora, che il luogo dove ho ricevuto oggi lo studente è lo stesso luogo dove lo riceverò

---

<sup>3</sup> Cfr. I. Newton, *Lettera a Richard Bentley*, cit. in B. Greene, *L'universo elegante*, tr. it. Einaudi, Torino 2000, p. 50.

domani. Questa mia affermazione è vera, però, solo se il sistema di riferimento rispetto al quale identifico i luoghi è fissato alla Terra. Per un osservatore posto sul Sole, che identifica i luoghi in rapporto a un sistema di riferimento solidale col Sole, infatti, il luogo dove domani riceverò lo studente non coincide con il luogo dove l'ho ricevuto oggi: in 24 ore la Terra avrà percorso un lungo tratto della sua orbita e, quindi, i due luoghi non coincideranno affatto (coincideranno pressappoco dopo un anno). Per spiegare che anche il concetto di identità di tempo in luoghi diversi, cioè il concetto di simultaneità in luoghi diversi, è relativo al sistema di riferimento dell'osservatore, si può procedere così. Consideriamo una stanza in moto rettilineo uniforme, con una lampada posta a eguale distanza dalle due pareti sulla linea del moto, che chiamiamo, rispettivamente, "parete A" (quella che sta indietro rispetto alla direzione del moto) e "parete B" (quella che sta avanti rispetto alla direzione del moto). Supponiamo che si accenda la lampada: per un osservatore *nella* stanza, non ci sono dubbi che i due eventi "la luce raggiunge la parete A" e "la luce raggiunge la parete B" siano simultanei (la velocità della luce è una e le distanze che deve percorrere sono eguali). Non è così per un osservatore in quiete *fuori* dalla stanza: per costui la luce raggiungerà per prima la parete della stanza che va incontro alla luce (parete A), e solo dopo quella che fugge davanti alla luce (parete B), ossia gli eventi "la luce raggiunge la parete A" e "la luce raggiunge la parete B" non sono simultanei. La velocità della luce, infatti, è costante e non si somma alla velocità della stanza quando la luce viaggia nella stessa direzione del moto di quest'ultima, né da essa si deve sottrarre la velocità della stanza, quando la luce viaggia in direzione contraria a quella del moto di quest'ultima<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Cfr. A. Einstein, L. Infeld, *L'evoluzione della fisica*, tr. it. Boringhieri, Torino 1965, pp. 186-189.



Tutto il ragionamento precedente poggia, naturalmente, sulla costanza della velocità della luce, sul fatto empirico, cioè, che la velocità della luce è sempre la stessa, qualunque siano le condizioni di moto della sua sorgente. Anche in questo caso, abbiamo un risultato in conflitto palese con la nostra esperienza quotidiana: come potremmo immaginare, ad esempio, che, camminando a 3 chilometri all'ora sul ponte di una grande nave che viaggia in linea retta alla velocità costante di 30 chilometri all'ora rispetto all'acqua, io non viaggi alla velocità di 33 chilometri all'ora rispetto all'acqua, se cammino nella stessa direzione del moto della nave? Eppure è proprio quello che accade con la luce. Conflitti con la nostra percezione quotidiana, però ne abbiamo trovati, e molti, anche considerando i concetti della scienza classica. Dov'è la differenza, allora? A mio avviso, la differenza è che nell'esperienza quotidiana non si trovano modelli del comportamento della velocità della luce: raffinati esperimenti mostrano incontrovertibilmente che il comportamento è quello, ma nulla che si muove, e che percepiamo comunemente, esibisce un comportamento di quel genere. Per mettere in crisi la convinzione intuitiva dell'assolutezza delle caratteristiche temporali dei fenomeni (per esempio, la simultaneità di due eventi distanti nello spazio), occorre riflettere sulle conseguenze di quei risultati sperimentali (nel caso specifico, l'esperimento di Michelson e Morley): e, tuttavia, manca qualcosa che, in questo contesto, possa svolgere un ruolo analogo a quello della mela di Newton, della calamita o del sistema dei satelliti di Giove, nel contesto della meccanica e dell'astronomia classica. Ciò vale ancor di più per altre caratteristiche fondamentali del tempo e dello spazio relativistici, quali il rallentamento degli orologi in moto e la contrazione dei regoli in moto: nulla nella nostra esperienza quotidiana può fornirci un appiglio intuitivo per fenomeni che risultano rilevabili sperimentalmente solo quando le velocità si avvicinano a quelle della luce. Ancora più lontana da

ogni nostra intuizione è l'idea statica del moto connessa alla nozione di spazio-tempo, che si contrappone all'abituale idea dinamica del moto come processo nello spazio e nel tempo. Nel prossimo paragrafo considereremo alcune conseguenze che questa situazione produce sul rapporto tra fisica contemporanea e senso comune.

### ***3. Un paio di compiti per scienza e filosofia***

L'apparato concettuale della fisica contemporanea è costruito allo scopo di "salvare fenomeni" molto lontani da quelli che si presentano nella nostra esperienza quotidiana: lo abbiamo visto per la velocità, ma lo stesso vale anche per la grandezza, dato che la relatività generale si occupa dell'enormemente grande, come le stelle, le galassie, l'universo nella sua interezza, e la fisica quantistica si occupa del microscopico, gli atomi e i loro componenti. Un effetto di questa fondamentale caratteristica della fisica contemporanea è che stenta ad avviarsi un processo analogo a quello che accompagnò i trionfali successi predittivi ed esplicativi della meccanica newtoniana: la costruzione di un'immagine del mondo basata sui principi e i risultati della fisica contemporanea, e la sua diffusione a livello di senso comune, non è neppure cominciata, a distanza di più di un secolo dalla grande rivoluzione avvenuta in fisica. Se mi si perdona l'uso di un'espressione che oggi potrebbe suonare politicamente non corretta, nessuno ha ancora scritto un "Einsteinismo per le dame".

Per chiarire meglio la situazione, occorre sottolineare di nuovo che l'ostacolo all'avvio di questo processo di rimodellamento dell'immagine del mondo non è costituito dall'ingombrante presenza di una matematica particolarmente astrusa: come ho notato prima, lo stesso si poteva ben dire per il calcolo differenziale e integrale di Newton, ma ciò non impedì che l'immagine meccanicistico-newtoniana del mondo fosse elaborata nel corso del

Settecento e si diffondesse nel senso comune durante tutto l'Ottocento. Anche se la padronanza delle teorie scientifiche restava riservata agli addetti ai lavori, l'immagine del mondo era un patrimonio comune: poi la deferenza del non-scienziato verso gli scienziati competenti rendeva innocua, in un certo senso, l'ignoranza dei "dettagli". Oggi la situazione non è più quella: è la stessa nuova immagine del mondo derivante dai risultati della fisica novecentesca a essere patrimonio esclusivo degli esperti. Quanto abbiamo detto nel paragrafo 1 a proposito delle onde gravitazionali ne è la prova: è estremamente improbabile che un uomo giudicato colto secondo gli standard ordinari sia in grado anche solo di capire la definizione di *onda gravitazionale*. E non parliamo dell'uomo che, secondo quegli standard, colto non è, e resta ancorato al suo senso comune in parte ancora tolemaico.

Si può dire, seguendo Kuhn, che esperti e uomini comuni, compresi quelli colti, finiscono per vivere in mondi diversi: ad esempio, quando guardano il cielo stellato, vedono due realtà che differiscono profondamente tra loro perché diversi sono i concetti che organizzano e permeano i rispettivi dati osservativi. La divaricazione tra scienza e senso comune anche colto, l'assenza di un'immagine del mondo condivisa, ha, a mio avviso, effetti molto negativi, primo fra tutti la crescente estraneità tra cultura scientifica e umanistica. Peraltro, le implicazioni tecnologiche della scienza e il ruolo crescente della tecnologia nella nostra vita, in quella condizione di estraneità, alimentano le proteste contro il "dominio" della tecnica (se l'universo concettuale in cui la tecnica si radica è del tutto estraneo, essa apparirà inevitabilmente minacciosa). E, per converso, gli esperti, privi di consapevolezza critica e di uno sguardo filosofico sulla loro stessa attività, perdono ogni capacità di trasmettere il patrimonio delle loro conoscenze in un ambito socialmente più vasto e culturalmente più comprensivo. Si potrebbe dire che è un

ideale di formazione e sviluppo intellettuale dell'uomo che, in queste condizioni, viene mortificato.

Per avviare un processo di ricomposizione culturale che sia coerente con quell'ideale, devono essere soddisfatte molte condizioni e, in conclusione, vorrei citarne un paio. Da una parte, gli scienziati devono sottrarsi a quella "filosofia spontanea", d'impronta sostanzialmente positivista, che spesso ispira il loro atteggiamento intellettuale. Per liberarsene, però, è necessario che la riflessione sull'impresa cognitiva in cui essi sono professionalmente impegnati non sia dagli scienziati considerata, come si usa dire, un'attività cui dedicare, eventualmente, i giorni festivi: la padronanza dei risultati delle indagini novecentesche nell'ambito della teoria del significato, dell'epistemologia, della logica, delle teorie della verità e così via è condizione necessaria perché un'indagine filosofica sulla scienza possa essere condotta fruttuosamente. D'altra parte, i filosofi devono fare un notevole sforzo per "aggiornare" il loro senso comune attraverso l'acquisizione dei concetti fondamentali della nuova fisica (compresa l'ossatura matematica). E questo presuppone che siano messe da parte quelle concezioni, tutt'altro che marginali nella cultura filosofica italiana, che non riconoscono un autentico valore conoscitivo all'impresa scientifica, relegandola nella sfera "inferiore" dell'utile o assimilandola *tout court* alla tecnica.