

Le metafore della scienza

di Tommaso Castellani

Un dialogo tra:

F. Un fisico che fa ricerca all'università.

I. Un fisico che si occupa di insegnamento a scuola.

S. Uno studente sulla strada della fisica.

(Qualsiasi riferimento a personaggi reali è puramente casuale)

S. Ho saputo che hai fatto un seminario intitolato “Le metafore della scienza.

I. Sì.

F. E di cosa hai parlato?

I. Ho sostenuto la centralità del ruolo delle metafore nella ricerca scientifica.

S. Spiegami meglio.

F. Ma stai parlando della divulgazione? Di quelle metafore tipo quella del “buco nero” che ingoia tutto quello che passa?

I. No, io sto parlando delle metafore *dentro* la scienza.

S. Raccontami, sono curioso. Ho sempre creduto che la scienza evitasse in tutti i modi le metafore.

F. È così: Galileo si stacca dal linguaggio metaforico e allusivo del Rinascimento per fondare un linguaggio basato su osservazioni oggettive, il metodo scientifico.

I. Se volete vi racconto dall'inizio, però ci vorrà un po' di tempo.

S. Comincia.

I. Cominciate voi. Tu sei un fisico, tu studi fisica a scuola. Fatemi un esempio di “onda”.

S. Ad esempio ci sono le onde del mare, o le onde sonore.

F. E le onde elettromagnetiche.

S. E le onde di panico.

F. E le onde gravitazionali.

S. Cosa sono le onde gravitazionali?

I. Sono onde che i fisici teorici hanno previsto dover esistere, e che quindi i fisici sperimentali stanno cercando.

F. Ma ancora non hanno messo a punto apparati sperimentali sufficientemente precisi.

I. Dunque, come vedi, nella parola “onda” sono racchiusi numerosi fenomeni: diciamo cioè che ci sono molti fenomeni che sono *modellizzabili* come onde. Tra questi troviamo: le onde del mare, il suono delle parole che sto pronunciando in questo momento, oppure un terremoto, o la luce che entra dalla finestra, o un segnale emesso da un telefono cellulare.

S. Beh, sono fenomeni molto diversi tra loro!

F. Molto meno di quanto sembra!

I. Diciamo che sono molto diversi, ma che hanno qualcosa in comune.

S. Cosa?

I. Per capirlo basta che apri il tuo libro di fisica al capitolo “onde”. Leggi un po’ cosa c’è scritto.

S. Ecco... c’è scritto che un’onda è caratterizzata da:

- un’oscillazione periodica;
- trasporto di energia e non di materia;
- fenomeni di interferenza.

Oscillazione periodica... cioè che si ripete nel tempo, giusto? Ma che significa “trasporto di energia e non di materia”? E che cos’è l’interferenza?

F. Se vuoi posso provare a spiegartelo.

I. Io rimanderei la spiegazione del trasporto di energia e mi concentrerei sulla spiegazione dell’interferenza, da cui vorrei trarre un esempio utile al nostro discorso sulle metafore.

F. D’accordo. Allora, è molto semplice: l’interferenza è il risultato della sovrapposizione di due onde, che produce un’onda somma. I due casi limite sono quello di onde completamente in fase, in cui c’è un’interferenza chiamata totalmente “costruttiva”, e quello di onde completamente in controfase, in cui c’è un’interferenza che si chiama totalmente “distruttiva”.

S. Non ho capito...

F. Ti faccio un disegno... Allora, queste sono le onde, vedi? E questa è l’onda somma... *(disegna per un minuto, lo studente osserva in silenzio)*

S. Ho capito, praticamente le due onde si sommano come due funzioni matematiche.

F. Esattamente.

I. Dunque, vorrei fare un po' di storia. Che la luce fosse un'onda era stato ipotizzato già da Huygens nel XVII Secolo, ma la teoria più accreditata era quella di Newton secondo cui la luce era composta di "particelle."

Thomas Young, convinto della natura ondulatoria della luce, cercò una dimostrazione sperimentale: lo fece con il famoso esperimento della "doppia fenditura", nel quale la luce rivelò fenomeni di interferenza.

S. Doppia fenditura?

I. È un esperimento in cui si fa passare la luce attraverso due piccolissimi tagli in uno schermo opaco, e poi si guarda su un altro schermo cosa si vede al di là. Uno si aspetterebbe un chiarore diffuso... e invece vede delle linee chiare e delle linee scure.

S. E perché?

F. Te lo spiego con un disegno: il problema è che in un punto x dello schermo la luce che proviene dai due fori ha percorso distanze differenti. *(Disegna lo schema dell'esperimento della doppia fenditura, traccia alcune linee e scrivi anche cose come "sin α " e "cos α "...)*

S. Credo di aver capito...

I. Queste figure d'interferenza furono una delle prime dimostrazioni sperimentali che la luce ha le caratteristiche di un'onda.

S. Un'onda! All'apparenza non l'avrei immaginato.

I. Infatti. Certo è difficile trovare delle somiglianze tra un'onda del mare e la luce: eppure Young si rivolse a questa "metafora" – l'onda – e ne riuscì a mettere in evidenza un aspetto, l'interferenza. Dalla metafora "onda" Young prese spunto per la sua teoria.

F. Mi è sempre sembrato naturale pensare alla luce come un'onda. E comunque Newton non aveva del tutto sbagliato...

I. ...preferirei parlarne dopo, altrimenti ci confondiamo le idee. Volevo aggiungere che, all'inizio, di quest'onda di luce si conosceva solo l'interferenza: più in là, prendendo spunto dalla stessa metafora, si arrivò a modellizzare la luce come campi elettromagnetici in oscillazione periodica.

S. Quindi un'onda vera e propria!

F. Esattamente!

I. Ma cos'è un'onda vera e propria? Diciamo che lo stesso modello – o metafora, come lo sto chiamando io – si applica alle onde del mare e alle onde di luce. Il discorso è in realtà un po' complesso, ma il succo è che è stata una metafora a guidare la ricerca scientifica. La metafora onda, in altre parole, è stata il punto di partenza – e in parte di arrivo – della ricerca sulla natura della luce.

F. Non sono del tutto d'accordo.

I. Lo stesso "potere di spinta" delle metafore lo troviamo in molti altri casi: ad esempio l'idea di pensare che il mondo sia fatto di atomi è il risultato della metafora "mattoncini semplici che compongono un oggetto più complesso".

S. Come nei lego. Dove ho solo pochi mattoncini di pochi colori con cui costruisco tutto...

I. I lego sono una buona metafora per rappresentare come vede il mondo un fisico delle particelle elementari.

F. Guarda che *tutti* i fisici, e anche i chimici, i biologi e gli avvocati e i netturbini condividono l'idea che il mondo sia fatto da poche particelle elementari. Ormai è scientificamente dimostrato.

I. Sì e no. Bisognerebbe capire cosa sono le particelle "elementari", e quanto suddivideremo ancora quelle che finora consideriamo le più piccole e indivisibili... comunque non era di questo che volevo parlare. Era solo un esempio di come le metafore spingano a cercare in una direzione. Per esempio la teoria cinetica dei gas nasce dalla metafora "le particelle di un gas sono come palline che urtano l'una con l'altra".

F. Questa non è una metafora! Questa è *la realtà!*

I. Ne sei proprio sicuro? Guarda che le palline e le molecole non sono proprio la stessa cosa... Quello stesso insieme di palline che tu chiami realtà, per qualcun altro (chi si occupa di meteorologia, ad esempio) è un fluido continuo soggetto a tutt'altre equazioni...

S. Quindi tu dici che una metafora è ciò che guida la ricerca scientifica.

I. Spesso è così.

F. A me pare che tu confondi la scienza con le metafore.

I. Mmmm... che intendi dire? Io penso che talvolta i modelli dei fisici non sono altro che metafore.

S. Che intendi dire?

I. Vi farò un altro esempio. Vi racconto di un noto modello di fisica statistica si chiama "Modello di Ising". Forse lo può spiegare bene F. con un disegno...

F. Certamente. In questo modello abbiamo un reticolo i cui nodi si comportano come se fossero atomi. Li disegno come freccette. Infatti è come se potessero essere orientati in due soli modi: su o giù. Ecco... (*disegna un reticolo di Ising*)

I. Avete notato che strane parole ha usato F. per spiegare il modello? Ha usato due volte l'espressione "come se", e ha usato strane parole per un fisico, come "su" e "giù"...

F. Ma cosa c'entra, è per rappresentarlo... è chiaro che "su" e "giù" è solo una rappresentazione metaf...

I. Dicevi?

F. Comunque si tratta solo di un modello!

I. Giusto. E per quanto si possa definire questo modello con termini matematici evitando i numerosi "come se", la nostra rappresentazione mentale di esso sarà *sempre* fatta di palline che si orientano su e giù.

Questo modello si può trattare matematicamente, e produce dei risultati che lo rendono adatto a descrivere il comportamento di materiali magnetici. Modelli costruiti con la stessa idea sono alla base della descrizione di materiali vetrosi.

Naturalmente tutto questo modello si basa su una descrizione immaginaria: quello che si vede nella realtà nei materiali modellizzati con esso sono solo i comportamenti collettivi: passaggi di stato del tipo di quelli che avvengono tra solido e liquido, temperature in cui avvengono fatti particolari, proprietà magnetiche dell'intero materiale.

F. Guarda che questo modello, con le opportune modifiche, produce ottime previsioni!

I. Appunto. La modellizzazione serve per fare delle ottime previsioni. Ma, come ha giustamente detto F. sul modello di Ising, "si tratta solo di un modello". E cioè di una metafora.

F. Mi sembra un problema linguistico.

I. Forse lo è: però il modo più semplice per tradurre il complesso significato che ha in fisica la parola "modello" è a mio parere "metafora". Sapendo che si tratta di una metafora particolare, con determinate caratteristiche. Per esempio il "campo" (elettromagnetico o gravitazionale) è una metafora molto particolare.

S. Ma stai dicendo che quello che si fa, in pratica, è costruire una metafora e usarla per fare calcoli e previsioni su oggetti reali?

I. Pressappoco sì.

F. Non so se condivido questo punto di vista. C'è qualcosa che ci sfugge, secondo me.

I. Vi dirò a che conclusioni sono giunto nel mio intervento. Per far questo vi racconterò in due parole che l'esperimento della doppia fenditura di Young, se realizzato con elettroni, produce un risultato inatteso: essi si comportano come onde, ma allo stesso tempo come particelle.

F. Questo è uno degli esperimenti chiave che sconvolse, all'inizio del secolo scorso, l'intera fisica.

I. Ma cosa c'è di tanto sconvolgente?

F. Come sarebbe a dire cosa c'è di tanto sconvolgente? Un elettrone si comporta allo stesso tempo come un'onda e come una particella! Lo trovi ragionevole?!

I. No, se sei abituato a ragionare con metafore, come sono appunto abituati i fisici. Ritorna la parola "come": i fisici avevano sempre descritto i fenomeni "come" qualcos'altro, e avevano dato per scontato che questo si potesse sempre fare. Poi sono arrivati gli elettroni. E li hanno messi in crisi.

Non c'è nessuna ragione al mondo per cui un elettrone debba essere un'onda – come il mare – o una particella – come una pallina. Eppure era naturale per i fisici aspettarsi che fosse o l'una o l'altra cosa, e fu sconvolgente scoprire che non era nessuna delle due, ma una cosa nuova, che aveva in comune qualcosa da entrambe.

Qualcuno dice: la meccanica quantistica è irragionevole. Qualcun altro, è lontana dal mondo reale. La mia spiegazione è questa: la meccanica quantistica non ha metafore per descrivere gli eventi che prevede. E quindi la gente dice che "non la capisce", anche se sa usarla benissimo per fare previsioni.

F. Non capisco. Cosa significa per te capire?

I. Capire qualcosa significa costruirsi una rappresentazione mentale – una metafora. La scienza è fatta di metafore: basta sfogliare un libro di chimica, di biologia, di fisica per rendersene conto.

F. Quindi secondo te io passo il tempo a generare metafore?

I. No di certo, pochi purtroppo hanno questa fortuna. Molti scienziati usano soltanto queste metafore, generate da qualcun altro, per fare calcoli. È singolare che una teoria come la fisica quantistica, che tutti sostengono funzionare perfettamente, e che ha permesso la costruzione di cose come il laser su cui oggi si basano innumerevoli oggetti della vita quotidiana, ancora sia considerata "non pienamente compresa" dalla maggior parte dei fisici.

F. Ma questa è filosofia!

I. Probabilmente sì: e allora? Dare una spiegazione vuol dire trovare una metafora. O almeno così è stato fino alla meccanica quantistica. In futuro le cose potrebbero cambiare, se avremo a che fare con altri fenomeni non metaforizzabili.

S. Devo andare a pensare a tutte queste cose. Sono davvero rimasto impressionato.

F. Pensaci, ma poi vai a fare gli esercizi di fisica, che sono più utili.

I. Almeno fino a quando i risultati vengono. Quando non vengono più, c'è bisogno di un salto. Inventare una nuova metafora. E solo chi ha la mente abbastanza aperta può dedicarsi a questo...