

La creatività nella fisica

Giovedì 24, ore 16.30

Relatore:

John D. BARROW,
Docente di Astrofisica presso l'Università di Cambridge

Moderatore:

Marco BERSANELLI

Bersanelli: Il tema della creatività nell'ambito scientifico è piuttosto insolito, da un certo punto di vista, perché il termine creatività normalmente viene associato alle espressioni artistiche dell'uomo: la musica, la pittura, l'architettura. Molto più raramente questa parola è legata alle discipline scientifiche, soprattutto alle cosiddette scienze esatte come la fisica o la matematica. Infatti normalmente si assume che il procedere della conoscenza scientifica sia un processo in qualche modo predeterminato, qualcosa che riduce al minimo o addirittura a zero lo spazio della libertà creativa dell'uomo. Così il cammino dell'arte sarebbe più simile al procedere in un territorio aperto, in un territorio diversificato dove la possibilità della scelta del cammino è pressoché totale, mentre l'indagine scientifica sarebbe più simile all'avanzare imperterrito di un treno sulla sua rotaia, dando quindi un minimo spazio di manovra al conducente. Questo modo di percepire le discipline scientifiche, vero o falso che sia, è molto diffuso soprattutto a livello dell'insegnamento, nelle nostre scuole, nelle nostre università, e talvolta gli stessi insegnanti di materie scientifiche si rassegnano ad ammettere che il loro corso di fisica o di matematica è qualcosa di arido o di astratto. Ma è proprio così?

Per chi si occupa di ricerca scientifica in prima persona l'idea più lontana, la sensazione più lontana nel fare ricerca è quella di trovarsi di fronte a un tracciato prestabilito. Piuttosto ogni esperimento è come un'avventura in cui si sa da dove si parte ma non è prefissato, né determinato a priori il punto di approdo. Certamente la fisica richiede una sorta di obbedienza alla realtà, anzi l'obbedienza stringente e continua: una obbedienza al modo di essere della realtà fisica che si esprime attraverso delle leggi che noi siamo chiamati a scoprire e che non siamo noi a stabilire; ma questa obbedienza alla realtà non è affatto contraddittoria alla creatività, anzi è proprio da questa obbedienza che scaturisce il tipo di creatività tipico della ricerca scientifica. È in questa obbedienza alla realtà che inaspettatamente si apre uno spazio alla libertà creativa del soggetto umano che ricerca. Cercare un riflesso dell'ordine che lega tutte le cose, tentare di aderire a questo ordine, un ordine dato, e di aderire a quello che è dato più che all'idea che noi ci siamo fatti di esso, richiede una apertura mentale, una semplicità e una capacità appunto creativa.

C'è anche un secondo risvolto di questo nesso tra la creatività umana e l'indagine scientifica, ed è che l'universo stesso, la realtà stessa, si presenta a noi con carattere creativo, con una sorta di capacità di inventiva. L'essere umano non esiste a prescindere dal contesto cosmico globale in cui è inserito: è come se il cosmo intero fosse la periferia del nostro corpo e dei nostri sensi, non c'è una divisione netta tra quello che è l'io e l'ambiente che lo circonda. C'è un nesso profondo, un nesso ancora molto da scoprire tra l'ambiente cosmico e la nostra percezione della realtà fisica e del gusto estetico: i nostri stessi sensi di interesse e di bellezza sono legati ad un ordine con cui la realtà è compaginata.

Barrow: Desidero parlarvi di alcuni modi in cui l'universo si manifesta e ci fa vedere come essere creativi, di alcune delle condizioni che l'universo deve soddisfare per poter dar vita a degli individui creativi e infine di alcuni degli sforzi di immaginazione che dobbiamo compiere per poter capire questo. Parlerò dell'astronomia, ma anche della biologia, della fisica, della matematica. Non sono tematiche separate: queste materie sono divise solo per il modo in cui noi strutturiamo il nostro sistema educativo.

Partiamo con l'universo. Una delle grandi lezioni degli ultimi quattrocento anni è che noi non siamo al centro dell'universo, come ci ha insegnato Copernico: non siamo al centro del sistema solare. La cosmologia moderna però si è spinta oltre e ci ha fatto vedere che ci sono altri sistemi solari, altre galassie e anche altri raggruppamenti di galassie. D'altro canto, anche se noi non ci troviamo al centro fisico dell'universo, abbiamo pure sempre un posto molto speciale nella storia dell'universo e anche nella nostra posizione. Noi possiamo esistere solo e soltanto in un momento molto speciale nella storia dell'universo, dopo che si sono formate le stelle ed i pianeti. Questo ci dà un'informazione molto interessante dell'evoluzione che ha subito l'universo: l'universo infatti si è espanso. Abbiamo scoperto, negli ultimi vent'anni, che l'universo si espande e che le galassie distanti si stanno allontanando le une dalle altre a una velocità sempre crescente. Questa espansione secondo noi è in atto ormai da circa quindici miliardi di anni. Abbiamo anche osservazioni interessanti e dettagliate che ci fanno vedere che l'universo una volta si presentava in maniera molto diversa da come si presenta oggi.

Il prodotto del big bang sono le radiazioni termiche: se i nostri occhi fossero sensibili alle onde radio, potremmo vedere dovunque delle fluttuazioni nella temperatura del cielo con una variazione di quasi un milionesimo piuttosto che un grado. Il fatto che l'universo è in espansione significa che le condizioni in esso sono in continua variazione; l'universo si raffredda e le galassie distanti si stanno allontanando sempre di più. C'è una storia nell'universo.

Perché l'universo è così grande? Esiste un ordine per creare la vita, una complessità, c'è bisogno di molto tempo: elementi come il carbonio, l'azoto, l'ossigeno si creano nelle stelle e i processi che rendono possibili questi elementi richiedono miliardi di anni. Quindi per fare in modo che l'universo abbia un tempo sufficiente per creare delle

complessità viventi è necessaria un'età di miliardi di anni. Non è fortuito il fatto che l'universo sia così grande: se l'universo fosse grande solo quanto le galassie della via Lattea, avrebbe soltanto un mese di vita. Non ci sarebbe abbastanza tempo per ripagare le spese fatte con la carta di credito, per non parlare di quella che è la complessità. Dato che l'universo deve essere grande se ha così tanti anni di vita, deve essere anche molto freddo e le stelle, le galassie devono essere molto lontane. Il fatto che la vita extraterrestre, se esistesse, sarebbe comunque molto lontana, è un'altra conseguenza della grandezza, dell'estensione dell'universo.

Queste caratteristiche dell'universo hanno una serie di effetti insoliti sulla nostra immagine dell'universo. Infatti l'universo crea una percezione di vastità e anche di solitudine nella nostra immagine di spazio e crea anche un senso del trascendentale, la sensazione che debba esistere qualcosa di ben più grande e di ben più esteso della terra e della vita umana. Queste sensazioni sono una sorta di surrogati e prodotti secondari della comparsa di vita sulla terra. Proviamo a riflettere su quanto segue: ogni volta che c'è vita su un pianeta nell'universo anche se non è necessariamente il pianeta Terra, potremmo attenderci tutta una serie di esperienze condivise. Il pianeta per esempio gira intorno ad una stella, allora c'è luce da parte delle stelle e del sole, rotazione da parte del pianeta e a questo punto esiste il giorno e la notte. Il pianeta compie un'orbita intorno alla stella e a questo punto si compie un anno. Ci saranno anche cambiamenti stagionali, in questo caso ci sarà un'atmosfera e il pianeta deve essere sufficientemente grande per contenere l'atmosfera. Un pianeta come Marte non è in grado di fare questo. Su Marte infatti, anche se c'è un polo con il ghiaccio, non c'è molta atmosfera. Marte non è sufficientemente grande per trattenere un'atmosfera. Nel nostro sistema solare la Terra è insolita perché ha una Luna molto grande. L'anno scorso durante l'eclissi abbiamo visto in modo evidente questa grande Luna; se la Luna non esistesse, neanche noi potremmo esistere. La Luna stabilizza gli effetti delle perturbazioni di tutti gli altri pianeti che compongono il sistema solare. Se la Luna non esistesse un'evoluzione climatica sarebbe caotica e non ci sarebbe stata l'evoluzione per produrre delle vite complesse. Ma se guardiamo quello che è successo sul nostro pianeta, allora possiamo apprezzare come molti aspetti della nostra esperienza creativa hanno dato vita all'estetica, all'arte: questi sono aspetti che sono connessi all'ambiente che viene creato sul pianeta Terra. Esistono per esempio paesaggi che noi ammiriamo e che nell'arte vengono rappresentati e anche ricreati nei nostri parchi, nei nostri giardini, che hanno delle caratteristiche particolari e che hanno permesso proprio l'esistenza della vita e la sua continuazione. E se vi piacciono e apprezzate questi paesaggi è più probabile che riusciate a sopravvivere!

Ci sono moltissimi aspetti dell'ambiente e del passato, che sono comunque impressi nei nostri organi di senso; ci piacciono degli ambienti che sono sicuri per il nostro ingresso. Ecco perché nella gran parte della creazione artistica troviamo che questi ambienti sono molto allettanti; tuttavia, quando si parla della scienza ci sono molti altri fattori che devono essere presi in considerazione; non è possibile pensare di creare qualsiasi immagine, dobbiamo rappresentare un qualche cosa che comunque compaia nel mondo reale e se vogliamo fare delle osservazioni, forse abbiamo bisogno di una guida che ci dica cosa dobbiamo osservare; una delle guide apprezzate dalla scienza è la simmetria. Nella scienza infatti apprezziamo la simmetria, ma anche se non siamo degli scienziati ci piace comunque la simmetria...

Se volessimo un modo molto semplice per stabilire quale è la differenza tra qualcosa che è in vita e qualche cosa che non lo è, sarebbe sufficiente avere una percezione della simmetria da sinistra a destra. Se guardate per esempio nell'oscurità oppure in una foresta, le cose che sono vitali hanno una simmetria, le altre no. Le grandi simmetrie dell'universo sono le leggi della fisica, che ci raccontano le cose che sono sempre uguali. Il modo in cui la fisica ha cercato di capire queste leggi, avvalendosi della matematica, consiste nello studio di modelli, di *pattern* possibili, di simmetrie possibili, che possono esistere in natura; in particolare, la fisica ricerca quella che è la simmetria più grande possibile nella quale potrebbero rientrare tutte le altre simmetrie, come, per esempio i pezzi di un modello. Noi speriamo che questa ricerca possa culminare nella teoria del tutto.

Tuttavia la simmetria non è tutto, se ci fosse solo la simmetria nessuno di noi potrebbe esistere, non potremmo creare altri modelli e non ci sarebbe neanche una comprensione da parte dell'uomo dell'universo. Abbiamo scoperto che i molti aspetti della vita è proprio la rottura della simmetria l'elemento più interessante: ricorderete che i tappeti persiani devono sempre avere un piccolo difetto per poter interrompere la simmetria del disegno. Nell'ironia, negli scherzi, nella battuta c'è sempre un momento di rottura con la simmetria, che secondo noi rende il tutto o sorprendente o divertente. Nella città di Fellini è abbastanza idoneo avere questa rottura un po' imprevista della simmetria. La rottura della simmetria è uno dei segreti del nostro universo. Se ad esempio io prendo una freccia luminosa e la tengo in maniera verticale sulla mano e poi la mollo, la freccia sarà soggetta alla forza di gravità. La gravità è assolutamente simmetrica, non ha delle preferenze per una direzione data o particolare, ma se io lascio andare la freccia luminosa, questa cadrà sempre in una direzione: a questo punto ci sarà rottura della simmetria.

Quando guardiamo nell'universo non vediamo le simmetrie ma quello che vediamo sono le rotture delle simmetrie e dobbiamo immaginare e ricreare le simmetrie che sottendono queste leggi. Tuttavia questa rottura della simmetria è uno dei segreti del nostro universo: così per l'universo è possibile essere governato da tre o quattro leggi simmetriche semplici e dar quindi vita al numero assolutamente infinito di esiti di queste leggi molto complesse e molto asimmetriche. La rottura della simmetria è uno dei modi in cui si può arrivare alla creatività e produrre la complessità dalla semplicità.

Uno dei modi per comprendere come questo succede consiste nell'immaginare un esperimento molto semplice, che potete fare anche a casa vostra con della sabbia; se la fate cadere su un tavolo da un vasetto e le permettete di ammonticchiarsi vedete che la montagnetta diventerà sempre più ripida, ma non per sempre. Prima o poi la montagnetta di sabbia non diventerà più ripida di quanto non lo sia adesso, quindi vedremo una montagna di sabbia che diventa sempre più ripida fino al punto in cui si ferma: le valanghe di sabbia continueranno a prodursi per mantenere la rapidità di questa montagna, di questo cumulo. Quello che succede qui è particolarmente speciale, proprio perché la caduta caotica della sabbia in ultima istanza crea una montagna di sabbia ordinata.

Molti eventi imprevedibili e caotici producono proprio una montagnetta di sabbia ordinata, per questo quando l'ammonticchiamento si forma in un modo ordinato è molto sensibile a qualsiasi granello di sabbia che ivi cada. Gli scienziati hanno scoperto che questo processo della montagna di sabbia è un modo con cui la natura produce l'ordine dal caos in molte circostanze variate. La valanga o le valanghe di sabbia potrebbero essere delle eruzioni di vulcani sulla superficie terrestre oppure potrebbero essere delle congestioni di traffico degli ingorghi in città; gradatamente ci saranno anche piccoli terremoti, vulcani che produrranno una eruzione più importante la quale manterrà la stabilità della pressione sulla superficie terrestre. Quando si accumula traffico in una città, ci sono delle congestioni di traffico di diverse dimensioni e il traffico in questo caso si auto organizza in modo molto complesso proprio come nel caso dell'esempio della sabbia. Questa creazione dell'ordine partendo dal caos è proprio uno dei tratti principali della struttura della natura ed è uno dei tratti che si possono riscontrare in molti casi. A volte ci sono delle situazioni tali per cui la situazione può arrivare ad un punto di riposo, proprio come nel caso dell'esempio della sabbia, caso in cui c'è una forza in azione: nel caso della montagna di sabbia la forza è la gravità. C'è una forza in azione e un andamento erratico, un evento improvviso. Nella natura ci sono molti processi che funzionano proprio così: la natura crea complessità attraverso un processo che ha un andamento erratico.

L'ultima raccolta di idee che sono importanti nella scienza riguardano il modo in cui noi sappiamo cosa creare, quali idee e quali modelli devono essere creati per cercare di capire l'universo: è la matematica. La matematica è una scienza straordinaria, la matematica è il modo con cui funziona l'universo. I filosofi hanno discusso ampiamente se la matematica fosse stata inventata oppure fosse il prodotto della creazione dell'uomo, se fosse un qualche cosa di scoperto o se si trattasse di qualche cosa che noi generavamo o semplicemente qualcosa di concordato... In realtà la matematica molto semplicemente rappresenta la raccolta di tutti i possibili modelli: alcuni di questi esistono sotto le spoglie di una forma come la geometria, altri invece sono modelli di idee, sono rapporti, rapporti tra numeri. La matematica è il catalogo di tutti i modelli possibili; alcuni di questi modelli, sono tra l'altro utili nella scienza, ma non tutti, infatti la matematica è ben più grande della scienza. La matematica è infinita, ma possiamo usare la matematica per esplorare a fondo questi modelli, i modelli che riscontriamo che esistono in natura.

Potete immaginare o vedere la matematica come fosse un linguaggio, ma non come la lingua dell'uomo; si tratta più che altro del linguaggio del computer perché è un linguaggio che ha una sua logica intrinseca, incorporata. Ci sono dei matematici che sono interessati soltanto alla matematica per descrivere il funzionamento delle cose; ma esistono degli individui che sono così interessati al linguaggio dell'uomo, per il gusto di esplorarlo, che lo usano per scrivere delle poesie e che quindi svizzerano i contenuti di questa lingua quale strumento di creazione artistica. Analogamente ci sono dei matematici puri che liberamente esplorano, anzi ampliano quelle che sono le strutture matematiche che troviamo in natura; quando usiamo dei modelli naturali li usiamo proprio per stimolare, spronare la creatività dell'uomo, ma a volte ci troviamo di fronte a delle sorprese incredibili e scopriamo che alcuni di questi modelli che abbiamo creato perché sono molto belli, si rivelano miracolosamente appropriati per descrivere il meccanismo di funzionamento dell'universo. Questo è un grande mistero per il quale la matematica semplice e meravigliosa è meravigliosamente utile: utile nella descrizione dell'universo.

Non doveva essere necessariamente così: l'universo avrebbe potuto essere descritto dalla matematica in modo più difficile e complesso per la nostra comprensione; finora in realtà siamo stati molto fortunati, e la matematica semplice che descrive gli eventi sulla terra è stata bravissima a capire la struttura dell'universo e la struttura delle particelle elementari della materia nonché le leggi che governano l'universo. È incredibile come spesso scopriamo che è più facile capire la struttura delle galassie lontane che non comprendere l'andamento meteorologico o il tempo di domani. Possiamo quindi prevedere quando ci sarà la prossima eclissi di sole con un'accuratezza di un milionesimo di secondo, cento anni in futuro. Ma non possiamo prevedere necessariamente quale sarà il tempo domani, il tempo è molto più complesso di taluni elementi o strutture più grandi che esistono nell'universo.

Un'altra caratteristica mirabolante della matematica è il fatto che noi adesso possiamo fare della matematica sperimentale. Negli ultimi quindici, vent'anni l'avvento, la creazione dei personal computer ci ha permesso di studiare fatti e andamenti meteorologici che sarebbero troppo complessi da studiare solo con l'ausilio di carta e matita; noi ora possiamo insegnare al computer i cambiamenti meteorologici e possiamo anche capire i principi matematici che creano dei modelli naturali.

Queste ricerche computerizzate ci hanno consentito di stabilire legami molto vicini, molto stretti tra arte e scienza. Spesso il medesimo processo, cioè quello di creare lo stesso modello e di ripeterlo su una scala sempre più piccola produce delle immagini che sono veramente meravigliose. Esiste un legame molto stretto tra arte e scienza, quando incominciamo a creare la complessità e allora ci potremmo chiedere quale è la differenza tra complessità nell'arte e nella scienza. Io credo che la distinzione più semplice consista nel dire che la complessità con riduzionismo è scienza mentre la complessità senza riduzionismo è arte, quando vediamo la complessità e vogliamo capire l'origine della complessità per correlarla a qualcosa d'altro. Quando noi vediamo la complessità dinanzi a noi che vogliamo soltanto apprezzare ma non vogliamo spiegarla dal punto di vista di qualcosa d'altro, allora chiamiamo questo arte.

L'ultimo aspetto che ritengo importante e vorrei sottolineare parlando della creatività riguarda la filosofia della scienza. La scienza produce progresso, le teorie in un certo senso migliorano perché spiegano più cose del mondo rispetto alle teorie precedenti; spesso questo confonde un po' la gente e questo processo non è chiaro nella mente di tutti. Quando si tratta di creare nuove teorie della scienza, la teoria della relatività o della meccanica quantistica non ci sono regole per capire come si proceda, si può inventare la teoria usando la matematica, magari la si scopre mentre stiamo dormendo, in un sogno che abbiamo fatto oppure la possiamo trovare dentro un biglietto misterioso oppure sui graffiti dei muri esterni... a nessuno importa questo, a nessuno in realtà importa la provenienza della vostra idea, ma la scienza ha una procedura molto precisa per testare queste idee. Le idee devono essere testate con la sperimentazione,

devono essere sottoposte ad un processo di conferma con degli esperimenti o comunque con delle persone che fanno questi esperimenti indipendenti. La scienza non è scienza se è segreto: deve essere parte di una conoscenza pubblica e chiunque deve essere messo in grado di ripetere questo esperimento e di verificare se i risultati raggiunti da qualcun altro sono corretti o meno.

La caratteristica più interessante delle teorie scientifiche che le contraddistinguono dall'arte è che quando viene concepita una nuova teoria questa non significa necessariamente che la teoria vecchia sia errata e vada pertanto eliminata. Nell'arte quando passiamo ad uno stile nuovo c'è qualcuno che inventa un nuovo modo per fare scultura: non è importante se questa nuova scultura ha o meno dei riferimenti, dei richiami alle sculture precedenti, anzi gli artisti vogliono essere assolutamente originali. Nella scienza invece la teoria di Einstein non è che cancella o va a sostituire quella di Newton. In una situazione dove i movimenti sono molto lenti e la gravità è molto debole, scopriamo che la teoria di Einstein diventa più simile a quella di Newton; un giorno la teoria di Einstein sarà sostituita da una nuova teoria delle super stringhe, molto diversa eppure simile. Via via che noi esploriamo situazioni dove c'è un abbassamento delle temperature, delle energie, questa nuova teoria delle super stringhe diventa un po' come la teoria di Einstein: questo per dire che nella scienza le vecchie teorie e i loro successi sono contenuti all'interno delle teorie nuove come casi particolari.

Quindi possiamo essere certi che se delle persone studiano la scienza tra un milione di anni e ci sarà un Meeting, la gente continuerà ancora a studiare quello che Newton ed Einstein ci hanno insegnato, ma forse come casi particolari di una teoria più estesa, più ampia, più profonda che ci potrà raccontare delle cose ancora più strabilianti riguardo alla creazione dell'universo ed i nostri tentativi di capire la creazione e di usarla come ispirazione per la nostra creatività sia nella scienza che nell'arte.