



**ROBERTO
BATTISTON
LA PRIMA
ALBA
DEL COSMO**

**DAL BIG BANG ALLA VITA NELL'UNIVERSO,
L'AVVENTURA SCIENTIFICA
CHE STA CAMBIANDO IL NOSTRO
MODO DI VEDERE IL MONDO**

Rizzoli

Intervista al fisico Roberto Battiston

Roberto Battiston è ordinario di Fisica Sperimentale all'Università di Trento. E' stato direttore dell'Agenzia Spaziale Italiana. Editorialista per La Stampa e L'Adige, svolge un'intensa attività di divulgazione scientifica, collaborando tra gli altri anche con La Repubblica e Le Scienze. Ha ricevuto diversi premi e riconoscimenti. Nel 2017 gli è stato dedicato l'asteroide 21256 Robertobattiston. Con lui abbiamo parlato del suo ultimo libro "La prima alba del cosmo", addentrandoci nelle questioni inerenti allo stato attuale delle conoscenze scientifiche e del futuro della ricerca. Una ricerca che ha raggiunto vette non immaginabili fino a pochi anni fa, ma che necessita, per fronteggiare le sfide dei prossimi decenni, di una rivoluzione nel nostro modo di stare insieme e di essere comunità.

Oltre a essere parte del titolo del libro, l'alba percorre tutti i capitoli del testo e si propone come elemento architettonico che ne sostiene la struttura e il senso. Perché l'alba e cosa rappresenta?

"L'alba rappresenta il futuro, qualcosa che si intravede, ma non si sa decifrare. Si dice che il buongiorno si vede dal mattino, però quando si è all'alba non si capisce cosa accadrà. Sappiamo che con il suo arrivo la vita continuerà. L'errore che commettiamo quando pensiamo all'alba, è che la pensiamo come qualcosa che viene verso di noi. In realtà siamo noi che andiamo verso la luce. Questo aspetto trascurato volevo sottolinearlo nel libro. L'alba è un'azione, nel caso specifico del nostro pianeta, che ruota ed espone al sole diverse sue parti. Dunque è un'azione attiva. Siamo noi che ci proponiamo, in diversi momenti, in punti di vista diversi che ci muovono, ci spingono, ci fanno arrivare alla luce piena. Questa è una perfetta analogia di quello che è il progresso scientifico. Lo sforzo per capire di più, capire meglio, guardare più lontano. Scoprire nuove leggi e fenomeni. Uno sforzo attivo, eroico e impegnativo, perfetta descrizione di quello che è la scienza. Questo libro è fortemente imperniato di scienza. Una scienza vissuta anche in termini personali. Passo spesso attraverso vicende che mi hanno portato a studiare l'infinitamente piccolo, l'infinitamente grande, cosa sono le particelle elementari o le caratteristiche del cosmo. Questo è un libro in cui la scienza è il filo conduttore di tutto. Ecco l'alba è un bel paragone per descrivere cosa è di fatto la scienza";

Ne "La prima alba del cosmo", oltre a descrivere lo stato attuale della conoscenza, Lei illustra il percorso che ci ha portato alle scoperte che costituiscono gli elementi fondamentali del nostro sapere e lo fa ripercorrendo le tappe fondamentali a partire dal principio, che possiamo definire universale, del "sapere di non sapere" socratico. Quanto è importante, nell'ottica della prospettiva futura di un rapido sviluppo e di una ricerca che sia veramente efficace ed efficiente, avere chiaro da dove siamo partiti?

"Allo stesso modo in cui si può affermare che una società che non conosce la sua storia è una società debole, anche la scienza che non conosce le sue origini è una scienza destinata a non andare molto lontano. La scienza rappresenta uno sforzo straordinario. Ancora prima di Galileo che ha fatto partire la scienza sperimentale proponendo un nuovo rapporto dell'uomo con la natura basato su esperimenti, verifiche, teorie che è modernissimo e ci permette di raggiungere risultati straordinari, anche il pensiero filosofico degli antichi ha rappresentato una forma di ragionamento scientifico, logico, spesso rigoroso, molto attento ai dettagli. Dobbiamo conoscere da dove viene il nostro pensiero contemporaneo, anche perché siamo imperniati di aspetti, dettagli, elementi che derivano dal passato, che sono proprio quelli che permettono di strutturare il nostro pensiero, anche se, talvolta, impediscono al pensiero stesso di andare lontano. Grandi rivoluzioni scientifiche, ne cito varie come quelle di Einstein, la deriva dei continenti, la teoria dell'evoluzione della specie, sono rappresentate da persone che hanno saputo andare oltre il pensiero classico, oltre la tradizione trasferitaci dal passato. Gli elementi del pensiero filosofico degli antichi, dunque, in parte sono l'impalcatura che ci permette di andare più lontano, in parte possono rappresentare dei freni, dei blocchi. Pensiamo tra tutti al caso della meccanica quantistica. Come quella teoria, concepita in modo geniale negli anni trenta, ha introdotto dei concetti che ancora oggi provocano

sconcerto e sono fortemente anti intuitivi rispetto al modo tradizionale in cui pensiamo alla natura. Questo per dire che siamo molto lontani da una scienza definitiva che affronta e risolve tutti i problemi. Siamo lontani da un fondamento assoluto e univoco dei riferimenti scientifici. Certo abbiamo una bella impalcatura, molto solida, con cui abbiamo fatto grandi passi avanti. Quando, però, ci accorgiamo che il novantacinque per cento di quello che ci circonda lo chiamiamo non a caso “oscuro” (materia oscura) perché non sappiamo bene cosa sia, non emette luce, non emette segnali visibili, dobbiamo ancora riflettere sul fatto che quello che sembra un colosso, per certi versi, ha dei piedi di argilla e ci sono molti aspetti della scienza contemporanea a cui siamo arrivati grazie a un percorso che parte da lontano e che dobbiamo conoscere e apprezzare, ma che ci obbligherà prima o poi a cambiare registro e punto di vista. Dobbiamo guardare con la massima lucidità possibile al passato per capire l’eredità enorme che ci è stata trasmessa, dai greci in particolare, e allo stesso tempo essere capaci di apprezzare i grandi salti che hanno portato alle rivoluzioni moderne scientifiche, risolvendo, eliminando inconsistenze, delle aporie, o mettendole in evidenza. Pensiamo in particolare a quello che chiamo “elefanti nella stanza”. Cioè le inconsistenze evidenti ma trascurate dagli scienziati dell’inizio del 900 che Einstein trasformò nelle fondamentali e rivoluzionarie teorie della relatività ristretta e generale . I grandi scienziati hanno saputo arrivare a una certa meta grazie a ciò che veniva trasmesso dai giganti scientifici del passato, ma allo stesso tempo di rimettere in discussione quelle parti che andavano messe in discussione per arrivare ancora più lontano. In questo caso Einstein è stato straordinario”;

Mi pare di aver capito che se siamo all’interno del problema, un po’ come accade nella nostra quotidianità, siamo portati a spiegare il problema seguendo le regole che il problema stesso ci ha dettato. Per vedere l’ “elefante” bisogna, invece, imparare a guardare da un punto di vista diverso, cambiare prospettiva, modificare le regole, avere visione.

“Sì. Non è un caso che le grandi rivoluzioni scientifiche siano state portate da menti giovani. Poi magari Newton e Darwin hanno tenuto nascosto il proprio lavoro per decenni perché il contesto non gli permetteva di sostenere idee così rivoluzionarie e alternative senza avere danno personali importanti. Non è detto che tutto ciò che è stato pubblicato di rivoluzionario sia stato prodotto da menti giovani, però l’approccio e di un pensiero fresco, non obbligato a percorrere strade già battute, che guarda il mondo e si orienta verso sentieri meno visibili ma fondamentali per rimettere a posto concetti fondamentali, lo si può trovare più facilmente in una mente giovane che non si è ancora cristallizzata su impostazioni tipiche della propria epoca e può fare la differenza. Abbiamo in matematica, in fisica, in scienze biologiche, un’evidenza assoluta di come le svolte decisive siano state prodotte da persone che avevano possibilità di pensare diversamente”;

Il Big Bang. L’inizio del tutto. Uno degli errori più frequenti è quello di pensarlo come un’esplosione, l’altro è quello di pensare alla singolarità chiedendosi cosa c’era prima e cosa c’era fuori. Come stanno invece le cose?

“C’è sempre un prima un prima e c’è sempre un più in là all’interno dell’universo in cui siamo . Se uno la pensa così si può spingersi avanti e indietro nello spazio e non trova mai una risposta a cosa c’è prima e cosa fuori, perché non c’è un fuori. Questo diventa più chiaro quando, invece di pensare a uno spazio lineare e diritto, pensiamo a uno spazio curvo, in cui invece di avere rette infinite che vanno dall’infinitamente lontano all’infinitamente vecchio, dall’infinitamente lontano negativo all’infinitamente lontano positivo, ci sono dei giganteschi cerchi che si chiudono molto lontano dall’origine. A quel punto immediatamente lo spazio, diventa qualcosa in cui è ovvio che non c’è un fuori. Noi pensiamo che questo fuori esista perché siamo sulla superficie di una sfera, ma la sfera in realtà sta nello spazio. Se ragioniamo come parti di una sfera di uno spazio bidimensionale sferico dobbiamo dire che non c’è una quarta dimensione non c’è un fuori. Questa cosa è moderna. Negli antichi il pensiero dello spazio che si ripiega su se stesso non era presente e quindi è uno dei concetti che non ci è stato trasmesso. Intuitivamente se pensiamo allo spazio pensiamo allo spazio cartesiano con le coordinate che vanno avanti all’infinito. Einstein ci ha fatto capire che non è detto sia così. Potrebbe essere curvo. Questo è un

esempio in cui il pensiero di analogia che viene dal passato ci inganna. Una volta capito questo si aprono scenari pazzeschi. Se pensiamo a un film come Interstellar comprendiamo che l'implementazione della teoria della relatività generale è qualcosa che può portare a situazioni estreme come buchi neri, wormhole che potrebbero collegare una parte all'altra della galassia. Il venir meno di un concetto che ritenevamo ovvio, lo spazio diritto, ti apre porte completamente nuove”;

In questo senso, riprendendo quando diceva circa il film Interstellar, l'arte, la cinematografia in particolare, possono aggiungere alla componente della visione, anche la capacità di mostrare, immaginandoli e ricostruendoli, scenari futuri. Da questo punto di vista l'arte può dare un contributo alla scienza e alla ricerca in genere?

“Assolutamente sì. Pensiamo all' arte futurista della velocità. l'occasione in cui si sono tramutati, usando elementi visivi, degli aspetti legati alla velocità con cui società e tecnologia si stavano sviluppando E così anche i film che possono realizzare effetti speciali talmente efficaci da permetterci letteralmente di pensare e intuire cosa accadrebbe se implementassimo in modo rigoroso i concetti della relatività generale. Cosa richiederà molto tempo per essere realizzata scientificamente”;

Tornando al Big Bang. All'inizio del tutto materia e antimateria sono in equilibrio. E' possibile che il nostro sia un remoto angolo dell'universo dove regna la materia e che esista un angolo altrettanto remoto dove a predominare è l'antimateria?

“Nessuno ha introdotto un meccanismo credibile che separa materia e antimateria in gruppi. C' è stata annichilazione iniziale in cui il 99.999% di materia e antimateria si sono annichilite ed è rimasta una cosa nell' ordine di una parte per cento milioni. Di come questa parte per cento milioni di materia e la parte per cento milioni di antimateria che non si sono annichilite possono essere raggruppate e separate su scale intergalattiche, non lo sappiamo. La cosa più semplice è dire l'antimateria non si è salvata. Ha perso la battaglia con la materia, è annichilita un pizzico di più, quel tanto che è bastata a farla sparire. Mentre la materia ha vinto la battaglia perché era favorita da una legge fisica che le dava un pizzico di più di probabilità di non annichilire. Queste sono ipotesi che non hanno verifica scientifica. Perché noi non sappiamo descrivere cosa possa essere successo. Possiamo solo dire, se ci fossero ambiti di antimateria in quantità massicce, cosa potrebbe succedere e cosa potremmo osservare. Non possiamo sapere, invece, come è potuto succedere e come questi ambiti potrebbero essersi creati. È un fatto che noi viviamo certamente in un ambito in cui la materia domina, ma non possiamo né confermare né escludere che da qualche altra parte, forse vicino alla nostra galassia, possano esserci quantità importanti di antimateria, magari addirittura antistelle. Questi aspetti si inseriscono nella ricerca che facciamo con AMS, cercando nei raggi cosmici tracce minutissime di antinuclei di elio e di antielio 4, che, se visti e osservati, darebbero evidenza dell'esistenza, da qualche parte, magari neanche troppo lontano, di antistelle e di ammassi sufficientemente grandi di antimateria da poterci far filtrare qualche frammento rilevabile con un esperimento come AMS”;

Partendo dalle antistelle, arriviamo alla prima alba del cosmo, momento in cui si è accesa la prima stella e, nello specifico, parliamo di luce. La velocità della luce è il limite che gli oggetti fisici con una massa non possono superare. Per lo spaziotempo, invece, le cose stanno diversamente.

“Sì e questa cosa è veramente la più strana delle cose che racconto nel libro. Il fatto sta nella distanza fra oggetti, che è qualcosa di impalpabile. La massa ha caratteristiche fisiche? La posso sezionare, tagliare, pesare? No. E il fatto che non abbia proprietà fisiche fa sì che lo spazio può crescere o calare. Ma oggi parliamo di spazio che cresce, senza limiti nella velocità con cui questa crescita si sviluppa. Facciamo l'esempio della torta con l'uvetta che lievita e si espande in ogni direzione. Non ci vuole molto a capire che se un granello si allontana da quello vicino di un centimetro, contemporaneamente, tutti gli altri granelli si sono allontanati dal loro vicino di un centimetro e quindi i granelli che sono mille granelli dopo si sono allontanati, rispetto al granello di partenza, in un modo enorme perché il granello successivo si allontana

dal vicino di un centimetro, ma anche quello successivo si allontana dal precedente di un centimetro, quindi due centimetri rispetto a quello di partenza e così via. Questi granello possono allontanarsi di una dimensione enorme, che trasformata in velocità li fa apparire come allontanantisi a una velocità più alta di quella della luce. E' proprio un fatto geometrico, come quando avvicino le lame di una forbice. Il punto di contatto delle due lame è un punto di pura geometria che si sposta a velocità anche molto più alte di quelle della luce. Quando si incrociano due stelle anche lontane e i loro raggi rispetto alla terra si incrociano ci sono dei punti geometrici che si spostano a velocità elevate. Quando la forbice arriva a chiudere le lame, il punto di contatto della forbice si sposta molto rapidamente. Questo accade nello spazio nel suo insieme. Qualche cosa che non è limitato, una sorta di punto di vista degli oggetti, di posizioni relative che non hanno assolutamente alcuna proprietà fisica, quindi possono variare velocità. Quello che è successo nella teoria dell'inflazione è uno spazio iniziale che si è gonfiato e chiuso su se stesso, restando sfericamente compatto rispetto al punto iniziale, espandendosi di una quantità spaventosamente grande rispetto all'unità di tempo, alla velocità della luce. E questo è un fatto che torna con diverse osservazioni. Con questo criterio noi abbiamo delle galassie che si stanno allontanando secondo alla legge di Hubble rispetto a noi. Sufficientemente lontane da non essere più visibili perché hanno superato la velocità della luce rispetto a noi. Ma non perché siano loro ad andare così veloce, ma perché lo spazio che ci separa sta crescendo così rapidamente. Questa è la base del nostro modo attuale di cambiare l'universo";

La forza di gravità è un'interazione debole. Mentre uno spillo è trattenuto da un piccolo magnete, in quello stesso momento la deformazione dello spaziotempo sta agendo a pieno regime. Questo fatto potrebbe essere spiegato sostenendo che la gravità sia impegnata, non solo con la materia, ma con qualcosa di non visibile e che questo qualcosa sia proprio la materia oscura?

“Per quanto ne sappiamo tutto ciò che è materia genera un campo di gravità e una piegatura dello spaziotempo e, a causa di questa deformazione, la materia percorre lo spaziotempo secondo le linee chiamate geodetiche, che sono le linee curve che sono linee di minimo percorso. Nello spazio piegato dalla gravità ci passano le linee geodetiche che sono le curve di distanza minima tra due punti che sono percorse dalle particelle. La materia oscura è pensata anch'essa come dotata di massa, quindi ha esattamente le stesse proprietà. L'energia oscura è un'altra cosa. $E = mc^2$:l'energia per diventare massa, deve essere divisa per c^2 , la materia oscura è pensata come particelle che hanno una loro massa, quindi quando si uniscono alla materia visibile, non sono osservabili se non per gli effetti gravitazionali. Per quanto le sappiamo, con l'introduzione della materia oscura si fanno tornare tutte le osservazioni raccolte negli anni rispetto al movimento di stelle e galassie. C'è chi invece sostiene che si possa fare una modifica alla legge di gravità per spiegare questo tipo di osservazioni che chiamano in causa la materia oscura, chiamando in causa una forma di gravità che si indebolisce con distanze sufficientemente grandi. Però devo dire che negli ultimi anni l'aumentare esponenziale di dati osservativi legati alle onde gravitazionali e al moto delle stelle e delle galassie, una rispetto all'altra, fa pensare che i modelli alternativi di gravità non siano la risposta a questa domanda. Sembra invece che proprio la materia oscura influenzi il comportamento di stelle, pianeti e galassie e che tutto torna introducendo una componente di materia oscura dell'ordine del ventitre, venticinque per cento”;

Veniamo ora al sogno, che credo sia stato e sia il sogno di tutti noi, bambini e adulti, quello della conquista dello spazio e dell'esplorazione spaziale. Alle agenzie nazionali si stanno affiancando grandi investitori privati, detentori di ingenti capitali, ambasciatori della new economy che hanno raggiunto già risultati importanti. Da un lato dimostrando di avere quella visione dei cui abbiamo parlato poco sopra, dall'altro traendo beneficio dalla posizione di vantaggio rispetto alle agenzie nazionali, fattore che gli consente ad esempio di unificare le sedi operative efficientando i processi.

“E' vero, nessuno si immaginava prima della rivoluzione della fine degli anni novanta che potessero crearsi, in tempi così brevi, dei capitoli così importanti, derivanti dalla presenza di un'imprenditoria digitale. Musk, Bezos, Branson hanno potuto avere a disposizione di capitali così importanti, perché grazie al

World Wide Web, alle applicazioni e all' intervento tempestivo in certi settori specifici, si sono potute creare fortune in tempi brevissimi. Questo perché moltiplicare il servizio web è molto più facile che moltiplicare la fabbricazione delle automobili che, per esempio, ha un impatto industriale importantissimo dal punto di vista organizzativo e non si fa da un giorno all'altro. Occorrono decenni, per arrivare a risultati importanti. Invece una app, se centra il bersaglio, nel giro di pochi mesi può diventare veramente contagiosa. Questi condottieri di questa nuova fase dello spazio vengono dal mondo "non spazio", dalla new economy e introducono nella new economy questo elemento di visione che diventa poi un pezzo della new space economy. E' interessante osservare che quasi nessuno di loro è partito dallo spazio, ma sono arrivati allo spazio partendo da altri tipi attività industriale. La nascita di questi baroni dello spazio era imprevedibile e impreveduta solo venti anni fa .Però oggi li vediamo coi propri obiettivi, con le proprie caratteristiche, i propri programmi. Non ce ne sono due uguali. Ciascuno di loro vuole fare cose diverse. Quello che sembra essere più avanti con la visione è Elon Musk con Marte. Bezos sta facendo dei lanciatori per andare lontano, ma non ha indicato preferenze di obiettivo. Questo introduce una dinamica virtuosa perché intanto li fa competere tra di loro. Poi c'è un'interazione virtuosa tra il mondo privato dei grandi investitori, la Nasa e le altre agenzie, perché in fondo la Nasa è anche un polo che dà contratti alle industrie per fare dei servizi, tipo lancio o trasporto. Molti di questi privati ricevono contratti dalla Nasa perché fanno servizi per essa, ma con i soldi che guadagnano attivano progetti propri per raggiungere obiettivi propri. Questa interazione tra pubblico e privato è interessante da osservare e quindi secondo me è un motore ulteriore che si aggiunge alla dinamica dello spazio. Sono convinto che tra dieci anni, tra dodici anni ci guarderemo indietro e diremo effettivamente che negli anni venti del secolo ventunesimo sono successi sviluppi che assomigliano a quando si apriva nel far west la ferrovia. Improvvisamente c'era un'esplosione di attività: la ricerca dell'oro piuttosto che la coltivazione. Siamo nel momento in cui ci stanno costruendo un po' di ferrovie che ci stanno portando lontano";

Lo sguardo verso il futuro ci fa sentire l'esigenza della nascita di una nuova comunità nella quale, come Lei scrive, i politici si facciano guidare da scienziati e filosofi. E' arrivato il momento di ripensare il nostro modo di stare al mondo di essere comunità e di organizzare le nostre esistenze in ragione del raggiungimento di un obiettivo comune. Qual è la sua opinione in merito?

"Si sono auspici di cui sono profondamente convinto, ma allo stesso tempo non mi faccio illusioni che sarà banale raggiungerli. Un'ottima premessa costituita da quanto accaduto con la Stazione Spaziale Internazionale dove russi, americani, più europei, canadesi e giapponesi hanno collaborato per più di venti anni in modo esemplare senza essere influenzati dalle tensioni che a terra hanno messo i due blocchi in contrasto in modo molto forte. Lassù le cose sono sempre andate avanti senza sosta. Lanciatori russi che hanno a bordo astronauti europei o americani in condizione di normalità e collaborazione, naturalmente economicamente giustificate, ma in un contesto pacifico e credo che sia un ottimo esempio per uno spazio del futuro sempre più globale con nuovi attori come Cina, India in particolare, che sono attori non di poco conto. Certo, nel dire questo, non posso non osservare che nell'ultimo paio di anni questa collaborazione nell'esplorazione spaziale è stata messa in discussione dall'atteggiamento della Nasa. Cosa accadrà in futuro dobbiamo vederlo. Non sappiamo né i tempi né i modi , ma secondo me rimane un obiettivo che prima o poi sarà raggiunto. Non si va su Marte da soli. Neanche gli Stati Uniti possono andare su Marte da soli con gli uomini, per le dimensioni i costi il rischio di una missione del genere. Una collaborazione globale che veda tutti quanti i grandi player lavorare assieme con modalità che possono essere anche innovative. Invece della classica struttura verticistica con un unico coordinatore, si possono pensare strutture con parecchie navi pilota che lavorano assieme. Quello che deve prevalere è l'obiettivo comune e penso che su questo ci sia ancora molta strada da fare e non è detto che non ci si riesca un giorno".

Testi di divulgazione scientifica:

Dialogo tra un artista e uno scienziato, Perugia, Futura, 2012

La meccanica quantistica. Spiegata a chi non ne sa nulla, Roma, Castelvecchi, 2018

Fare spazio. I miei anni all'Agenzia Spaziale Italiana, Milano, La nave di Teseo, 2019

La prima alba del cosmo, Milano, Rizzoli, 2019

Web:

[Più ricerca, più futuro](#)

[Read More](#)
