

Atomo: indivisibile?
Domande e certezze nella scienza
*Lucio Rossi**

Sono molto felice di potere raccontare le cose che facciamo. Infatti, facciamo delle cose difficili, rispetto alle quali non è semplice andare a cercare delle certezze: oggi come oggi cercare le certezze è la cosa, forse, più difficile. La mancanza di certezza viene mascherata dalla richiesta del benessere: la gente quasi non chiede certezza, si accontenta di ciò che fa star bene. Io lavoro al Cern, dove cerchiamo di capire come l'universo è fatto. Premetto subito che quello che dico rappresenta la mia opinione personale e non impegna la dirigenza del Cern.

Partiamo appunto da una domanda: «Perché esiste un'entità come il Cern?». Il Cern è stato costituito per rispondere a delle domande che esigono delle risposte certe. Nell'immaginario collettivo dell'uomo moderno la scienza è quel livello, forse l'unico, capace di darci delle risposte certe, perché è oggettiva. In qualche maniera a noi scienziati chiedono: ma questa verità è scientifica? Come dire: è certa?

Abbiamo infatti l'idea che la certezza non dipenda da me e da te, non dipenda dal soggetto, in altre parole abbiamo l'idea che per arrivare alla certezza non sia necessario impegnarsi; invece non è esattamente così. Innanzitutto le certezze, le conoscenze, cui noi arriviamo, in quale ambito si collocano? La fisica delle particelle è uno dei due estremi dello spettro spaziale della conoscenza, da una parte sta l'infinitamente grande, l'osservazione del cielo sempre più lontano, le stelle, le galassie, il cosmo. È la prima ricerca, nel senso che noi tutti

* Head of the Magnets, Cryostats and Superconductors Group, Cern.

pensiamo: l'uomo, guardando le stelle, ha cominciato a porsi delle domande, sul mondo e sul suo posto nel mondo. Questa è certamente la prima porzione del reale che si è offerta alla nostra esplorazione: l'osservazione dell'infinitamente grande. In mezzo ai due estremi, tra l'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo, significativamente sta l'uomo; noi siamo più o meno della dimensione del metro, e siamo «l'unità di misura» delle nostre osservazioni. Con i nostri acceleratori noi indaghiamo l'infinitamente piccolo; facciamo dei microscopi (e microscopio vuol dire guardare un milionesimo di metro) sempre più potenti che, da qualche tempo, ci fanno «vedere» atomi dalle dimensioni di un nanometro (un miliardesimo di metro): è per questo che sono così diffuse le nanotecnologie, proprio perché riusciamo a vedere gli atomi, riusciamo a manipolarli, e quindi li possiamo utilizzare. Al Cern, sfruttando il fatto che le particelle sono anche delle onde, possiamo creare una luce finissima, molto più fine della luce che ci fa vedere gli atomi: è una luce che riesce a illuminare dettagli di un miliardesimo di miliardesimo di metro; stiamo quindi realizzando quelle che potremmo chiamare le nanonano tecnologie, cioè un miliardesimo delle nanotecnologie. Questa è effettivamente la piccolezza delle dimensioni che andiamo a esplorare. Percorriamo questo cammino verso l'infinitamente piccolo, per capire qual è il livello ultimo che riusciamo a «risolvere». Immaginiamo di guardare un regolo graduato e il mondo lungo questa scala: in mezzo c'è l'uomo, di nuovo, e ci volgiamo ancora verso l'infinitamente grande. Per esplorare l'universo nella sua immensità, devo usare un certo tipo di strumenti, i telescopi, radiotelescopi, i telescopi spaziali, eccetera; con questi strumenti si indagano distanze di 10^{26} metri, ovvero distanze di oltre 13 miliardi di anni luce, verso il lato destro del regolo graduato. L'altro lato del regolo è la zona esplorata con l'Lhc (Large Hadron Collider), il super microscopio: lo chiamo attoscopio, perché può vedere dettagli di un miliardesimo di miliardesimo di metro (10^{-18} m per cui il prefisso «atto»). Molto spesso si dice che con l'Lhc «andiamo verso il big bang». Con l'Lhc siamo in realtà ancora

distanti: ci avviciniamo, ma il big bang è un asintoto, a cui si tende senza arrivare. Bisogna anche essere modesti: nella nostra corsa facciamo sì delle cose difficili e inimmaginabili solo qualche tempo fa, ma la natura ci sopravanza da tutte le parti. E in questa corsa a vedere cosa c'è dentro, cosa si nasconde nei dettagli infinitesimi, ci siamo resi conto prima che la materia è fatta di molecole, poi che è fatta di atomi, poi abbiamo capito che l'atomo, a sua volta, non è «a-tomo» cioè indivisibile: l'atomo è fatto di elementi costitutivi, l'elettrone e il nucleo. Poi ci siamo resi conto che il nucleo è a sua volta fatto di protoni e neutroni e alla fine, circa trenta-quaranta anni fa, ci siamo resi conto di cosa sono fatte le particelle che compongono il nucleo: i «quark». Siamo arrivati agli elementi che in questo momento ci sembrano puntuali, l'elettrone e i quark, ci sembrano veramente le particelle ultime, ma non possiamo vedere i quark. Possiamo vedere e renderci certi di cose che non vediamo direttamente. Non è più come quando vediamo una cellula, mettendola al microscopio e in qualche modo vedendola direttamente: nella scienza, come nella vita, il «vedere» non significa vedere con gli occhi in maniera semplice, ma elaborare tutta una serie di conoscenze e ammettere che una certa realtà esiste; la vedo nel senso che tutti gli indizi diretti e indiretti mi portano a conoscerla.

Ritornando alla nostra scala graduata delle distanze, andando verso l'infinitamente piccolo, andiamo anche verso il big bang, la nostra origine: qualsiasi questione fondamentale si lega con una questione che è di tutte le scienze, dell'astrofisica soprattutto ma non solo, la questione dell'origine: da dove veniamo.

I numeri come quelli citati prima sono enormi: il nostro universo ha un'età inimmaginabile: 13,7 miliardi di anni, non sappiamo neanche rappresentarla nella nostra mente, non abbiamo neanche l'idea di che cosa voglia dire. La lunghezza dell'universo è anch'essa enorme, 10^{26} metri, un 1 seguito da 26 zeri!, eppure entrambi questi numeri enormi sono dei numeri finiti. Vorrei sottolineare questo: sono numeri enormi, ma sono finiti, possiamo in qualche maniera misurarli, e noi li abbiamo misurati. Come

abbiamo misurato le particelle elementari: quarant'anni dopo l'ipotesi dei quark abbiamo costruito la nostra *summa theologica*, talmente bella e convincente che l'abbiamo chiamata modello standard, cioè modello di riferimento. Questo modello standard è la nostra nuova tavola di Mendeleev, perché organizza l'insieme delle particelle elementari. Sono dodici: sei particelle sono molto «pesanti» (sarebbe meglio dire massive), le chiamiamo quark, e sei sono in generale più leggere, le chiamiamo leptoni. Poi ci sono le cosiddette «particelle-forza». Siamo riusciti a semplificare fenomeni complessi tramite la struttura che sta sotto, quella delle particelle elementari. Ma questo edificio ha alcune complicazioni: innanzitutto le particelle non sono così poche per essere elementari, dodici particelle, più le particelle forza, e in più c'è il sottile «dettaglio» che ogni particella ha la sua antiparticella. La materia sostanzialmente si produce in due famiglie completamente simmetriche, la materia e l'antimateria: molti pensano che l'antimateria sia una cosa fantascientifica, ma esiste davvero, viene utilizzata anche negli ospedali, quando ci si sottopone a un esame medico molto diffuso, la Pet. La «P» sta per «positrone», che è l'antimateria dell'elettrone. L'antimateria non solo la conosciamo, l'abbiamo addomesticata, la possiamo anche utilizzare per scopi medici. Torniamo ai nostri mattoni fondamentali e chiediamoci: ma allora l'atomo di Rutherford, il modello planetario con il nucleo duro e pesante al centro attorniato dagli elettroni, è svanito, era tutto falso, è una certezza che si è sgretolata? E cosa vuol dire, che la verità svapora? A prima vista, il fatto che tutto quello che conosciamo viene sempre in qualche maniera modificato sembra rendere impossibile la certezza e sembra indicare che quello che si conosce non è mai vero, quello che è vero oggi domani non è più vero. Eppure, quello che sappiamo come certezza a un dato momento e poi viene superato, non solo non è inutile, ma lo comprendiamo come la tappa di un cammino: ci sono dei punti di non ritorno. Tant'è vero che continuiamo a dire che l'atomo è costituito da un nucleo e dalla nuvola degli elettroni, come Rutherford: questo rimane vero, semplicemente non è la verità ultima, è la tappa di un cammino, verso un raggiungimento e una verità. Quando è

stato ipotizzato l'atomo, per esempio, suscitava perplessità perché conteneva due fondamentali contraddizioni. Senza andare nel tecnicismo: il nucleo in sé non può stare assieme perché delle particelle che hanno tutte carica positiva come i protoni non possono stare insieme, tendono a respingersi. Gli elettroni non potevano – secondo le conoscenze di allora – girare intorno al nucleo senza emettere energia e quindi essere instabili. Eppure Rutherford ha proposto l'atomo con il nucleo quasi «costretto» dalle osservazioni, perché tutte le evidenze portavano a dire che doveva essere così, pure in presenza di alcuni problemi fondamentali. È stato partendo da una ipotesi positiva, che rendeva conto di tutte le osservazioni in modo ragionevole, che si è potuto fare un cammino in cui ciò che era oscuro, le apparenti contraddizioni, sono state chiarite. E si è diventati ancora più certi della certezza iniziale.

Torniamo alla tavola delle particelle: dicevamo che oltre al fatto che sembrano tante, troppe per essere elementari, in più c'è un'altra complicazione: nella tabella c'è un mattone, con un punto interrogativo: perché questo punto interrogativo? Questo modello standard spiega molto bene la fisica fino a un certo livello, come queste particelle interagiscono tra di loro, ma non risponde ad alcune domande fondamentali: 1. Perché ci sono tante particelle? 2. Perché ci sono questi tipi di forza? 3. Che cos'è la massa e perché le particelle hanno una massa così diversa una dall'altra? La questione è veramente fondamentale perché la massa, insieme allo spazio-tempo e all'energia, determina la struttura dell'universo. Senza la massa non c'è la gravitazione! Quindi la massa è veramente una questione fondamentale, e ci disturba il fatto che le particelle abbiano questa proprietà così ignota. Lo scienziato scozzese Peter Higgs, con altri colleghi, ha proposto un meccanismo che può riuscire a rendere ragione del perché le particelle hanno la massa che hanno. L'Lhc è stato pensato circa ventotto-trenta anni fa proprio per verificare questa ipotesi, per rispondere a questa domanda: perché le particelle hanno la massa che hanno, da dove viene la massa, questa origine?

È stato solo dopo che abbiamo progettato l'Lhc, mentre

lo costruivamo, che i nostri amici astrofisici si sono trovati di fronte ad altre due questioni fondamentali, che trent'anni fa non si ponevano. Noi pensavamo, costruendo l'Lhc, di capire l'origine della massa, e conoscere quindi il contenuto dell'universo. Eppure dalle osservazioni astrofisiche sono emersi due fatti nuovi: il primo è l'esistenza della materia oscura, circa vent'anni fa ci si è resi conto che gran parte della materia ci sfugge, non la conosciamo; l'altro, circa tredici anni fa, che esiste una forma di energia che non conosciamo, tant'è vero che la chiamiamo energia oscura e pensiamo possa essere una specie di anti-gravità. Trent'anni fa, quando abbiamo fatto l'Lhc, pensavamo: troviamo – semplifico ovviamente – il bosone di Higgs e andiamo a casa perché abbiamo conosciuto tutto. Adesso ci rendiamo conto che la massa che noi riusciamo a spiegare, in realtà rappresenta solo quella fettina, il 4-5 per cento dell'universo, del contenuto di massa ed energia dell'universo. È una cosa incredibile: riusciamo a capire che esiste molto di più di quello che vediamo eppure non riusciamo ancora a dargli un nome, tanto è vero che lo chiamiamo materia oscura, energia oscura.

Una cosa inaspettata ne genera un'altra: l'Lhc dovrebbe riuscire a farci «vedere» la materia oscura, forse; quindi il nostro acceleratore servirà per spiegare molto di più di quello per cui è stato fatto. Tutto questo per dire che il nostro lavoro consiste nel verificare delle ipotesi; tutto nasce, abbiamo fatto l'Lhc, da un'ipotesi positiva. Non credete, come si cerca spesso di far credere, che la scienza nasca dal dubbio sistematico: non è vero. La scienza nasce da ipotesi positive da verificare, alla fine la realtà è la maestra: ci confrontiamo con essa, disponibili a mettere da parte le nostre teorie e a cambiarle secondo quel che risponde all'osservazione della realtà. Avremmo potuto fare un Lhc, una macchina che costa cinque miliardi al contribuente europeo, basandoci solo su dei dubbi? No! È stata fatta su delle ipotesi ragionevoli che germinano come intuizioni, o che sorgono nel momento «gioioso» di una scoperta inattesa che eccede la comprensione che avevamo prima ma che accettiamo poiché tutto concorre a

dire che l'ipotesi più ragionevole è che debba esistere quella realtà appena scoperta. Le nostre scoperte non le vediamo direttamente, devo verificarle, soprattutto se sono inattese. E qui torno a quello che ho detto inizialmente: l'idea che la scienza possa avere delle certezze oggettive, indipendenti dal soggetto, diciamo, in cui il soggetto non deve fare la fatica di verificarle, in cui il soggetto non deve coinvolgersi, è sbagliata. La scienza, come tutte le attività umane, ha bisogno dell'energia e della dedizione del soggetto: questo è un altro punto fondamentale.

Con Lhc non solo speriamo di capire perché le particelle hanno la massa, ma anche di unificare le forze che agiscono tra loro, che tengono insieme il mondo: noi siamo profondamente convinti che tutto venga da una sola forza. Nonostante le forze che noi conosciamo ci sembrino molto diverse tra loro: la forza di gravitazione, che tiene assieme la terra, la luna, il sistema solare, l'universo intero; la forza elettromagnetica che tiene insieme le molecole e gli atomi; le forze nucleari, che tengono insieme il nucleo; le forze deboli, che sono responsabili di processi molto delicati, come quello in cui brucia il sole; queste quattro forze ci appaiono diverse, ma siamo convinti che sono l'immagine di un'unica forza che si manifesta quando si arriva ad altissime energie, verso il big bang o l'infinitamente piccolo.

Scoprendo le forze dei quark e le forze deboli abbiamo spiegato molti fenomeni, come la radioattività, ma altre domande ci sorgono, sempre più profonde. Sembra incredibile, ma noi produciamo delle certezze che aprono a loro volta ad altre domande: non generano incertezza, ma suscitano delle domande. L'idea che la certezza possa essere qualcosa che ci si mette in tasca, e che la partita è chiusa, è sbagliato da un punto di vista scientifico: la certezza è una dinamica in cui più conosci, più quindi hai delle certezze, e più ti apri a delle questioni, ti accorgi che nuove domande si affacciano, originate proprio dalle certezze raggiunte. Quali sono i metodi con cui rispondiamo a queste questioni, con cui cerchiamo di guadagnare nuove certezze? Vedere e convincersi non è

un gesto immediato: tutti chiedono alla scienza «dateci delle risposte certe», «fateci vedere». Ma noi come «vediamo» in Lhc? Prendiamo delle particelle, le acceleriamo, le scagliamo una contro l'altra per romperle. Queste particelle sono in realtà delle onde, e queste onde le rendiamo sempre più corte: in altre parole raffiniamo sempre più la luce con cui posso illuminare i dettagli. Più la luce è corta, più è fine e più piccoli sono i dettagli che riesco a illuminare. Quindi facendo scontrare le particelle in realtà vado a illuminare spazi sempre più piccoli, riesco a vedere («risolvere» in termine tecnico) dettagli che prima, con i miei occhi o con gli strumenti precedenti non riuscivo a vedere. Quindi, vedere e convincersi non è quasi mai nella scienza un'evidenza immediata ma è frutto di una ipotesi positiva che deve applicarsi alla realtà con un metodo di lavoro. Tante scoperte sono state frutto dell'ostinazione pervicace di un'ipotesi positiva che all'inizio non sembrava vera. Sono un esperto di superconduttività, dei magneti superconduttori che potete osservare nella mostra – e quest'anno è il centenario della scoperta della superconduttività. Venticinque anni fa è stata fatta una nuova scoperta: i superconduttori ad alta temperatura critica. Uno dei due scopritori, che furono insigniti immediatamente del Premio Nobel, il professor A. Müller, che ho conosciuto personalmente e con cui ho avuto diversi scambi di idee, ha scoperto il fenomeno su un materiale che era già stato studiato da altri scienziati, che però non erano «pronti» per la scoperta: non avevano gli occhi «aperti». Lui ci lavorava con un'ipotesi positiva, era convinto che quel tipo di materiali potesse nascondere quel tipo di interazioni che potevano manifestarsi come superconduttività ad alta temperatura critica. Non basta cioè guardare per vedere, ci vuole anche una mente preparata. L'ipotesi positiva, il lavoro del soggetto, è indispensabile per riuscire a verificare un'ipotesi e quindi farla diventare certezza. La certezza è un «dato» (si potrebbe dire: donato), non dipende dal soggetto, ma è un dato cui però il soggetto si deve aprire.

Tornando agli acceleratori, essi sono delle macchine enormi che fanno scontrare le particelle, generando questa luce finis-

sima: ma non basta la luce per vedere, ci vogliono gli occhi. Il vedere è l'insieme della luce, che illumina questi oggetti, e dei miei occhi, che vedono e percepiscono gli oggetti, li «rivelano». Noi chiamiamo «rivelatori», i cilindri attorno al punto di collisione, che sono i nostri occhi.

Il Cern di Ginevra è la continuazione dell'esperienza di Rutherford, su scala gigantesca. Il tunnel di Lhc con i molti altri tunnel, più piccoli, costituiscono tutta la catena di acceleratori del Cern. L'Lhc è un anello lungo 27 km, che sta a cento metri sotto terra.

In cinquant'anni abbiamo costruito vari acceleratori, man mano sempre più grossi, che portano a far funzionare l'Lhc. Le particelle partono, vengono preaccelerate in acceleratori man mano sempre più grandi, poi alla fine vengono messe in orbita dentro l'Lhc e alla fine si scontrano: noi speriamo di vedere il bosone di Higgs spuntare da una collisione in Lhc! Il Cern è uno degli esempi più belli della valorizzazione della tradizione: si è costruito su quello che già si sapeva, su quello che già esisteva per andare più lontano.

La costruzione dell'acceleratore Lhc è durata oltre vent'anni, necessari per lo sviluppo e la costruzione dei magneti superconduttori. Mi permetto di ricordare che le origini dell'Lhc sono molto italiane, io se sono al Cern, è appunto perché negli anni Novanta abbiamo costruito in Italia (grazie all'Infn, Istituto di Fisica Nucleare) il primo magnete superconduttore per Lhc. La luce sarebbe niente, senza l'occhio del soggetto che la raccoglie.

I due fasci (o nuvole) di protoni si scontrano cento milioni di volte al secondo, e noi ci attendiamo di vedere, secondo le nostre previsioni, un evento X. I rivelatori sono delle macchine fotografiche digitali che fanno quaranta milioni di fotografie al secondo, tanti quanti gli scontri di particelle che fa Lhc: se uno prendesse tutti i dati di Lhc di un anno, e li mettesse su dei dvd che impilasse poi, senza i loro astucci, essi farebbero una montagna di 20 km, oltre quattro volte il Monte Bianco. Abbiamo quindi una massa di dati che bisogna scremare, analizzare, ripulire, verificare, confrontare: arrivare a una certezza

non è una cosa così immediata, la certezza non ce l'abbiamo in tasca, la certezza non arriva senza fatica; è veramente un lavoro enorme, analizzare tutti questi dati.

La macchina è partita il 10 settembre 2008, siamo stati celebrati e festeggiati da tutti, da Google ai Premi Nobel; ma subito dopo c'è stato un incidente che avrebbe potuto essere – che è stato – disastroso, ma dal quale ci siamo risollepati. Un incidente dovuto a una parte non di altissima tecnologia; un sistema che è stato sottovalutato proprio perché era più di bassa tecnologia, per la fretta, oppure perché a un certo momento abbiamo fatto un errore.

Bisogna considerare che questi strumenti sono molto complessi, e questo dovrebbe rafforzare il senso del limite; ma molto spesso, il fatto di far delle cose difficili e di farle generalmente bene, può rendere arroganti. Quando succede un problema, se uno ha l'atteggiamento arrogante rimane perso, non sa accettare di aver sbagliato. Invece il problema non è lì per abbatterti, ma è lì per indicarti la strada, esattamente come il cammino verso la certezza; se uno ha il senso di un cammino, l'errore, il limite è lì per indicarti la strada; il limite è qualcosa che se lo abbracci e lo accetti ti fa andare avanti e non ti fa rimanere dove sei. È quello che noi diciamo ai nostri figli: «non preoccuparti, impara dagli errori, va' avanti e impara a non rifarlo». Noi possiamo dire di aver imparato, ci siamo risollepati.

Nel novembre 2010 c'è stato il primo evento di fisica inaspettata: una leggera asimmetria che in genere è sempre indizio di qualche cosa. È il primo segno sicuro della possibilità che l'universo sia passato nello stadio di «zuppa primordiale», come noi chiamiamo il plasma di quark e gluoni. Questo segnale lo verificheremo all'inizio di novembre 2011, per una conferma definitiva.

Tutto questo ci porta a dire una cosa: quello che noi troviamo, anche se sembra così tenue, così dipendente da un'analisi complicata è solido. Crediamo che i risultati non siano nostre fantasie ma che siano il riflesso, il segno di una realtà conoscibile, tanto è vero che lo comunichiamo agli altri; infatti è

al Cern che il web è stato inventato nel 1989, proprio come valorizzazione massima della comunicazione, del fatto che esistono dei dati oggettivi che vale la pena comunicare. Il web è nato per questo: per condividere, in maniera rapida, i dati, nella convinzione che i dati riflettono una realtà, siano un indice di qualche cosa.

Due anni fa abbiamo celebrato il ventennale della rete, Tim Berners-Lee è tornato al Cern con Robert Cailliau, sono i due ideatori del web. Al Cern la quantità di dati per l'Lhc è tale che, per analizzarli, abbiamo dovuto trovare un successore al web, si chiama «grid» la griglia. Ideata per riuscire a far fronte alla capacità di calcolo di Lhc, ora viene utilizzata anche per fenomeni meteorologici e per studiare il DNA.

Vorrei concludere cercando di evidenziare quali sono i fattori della domanda nelle ricerche scientifiche, e come si può arrivare alla certezza. A me sembra che, innanzitutto, ci voglia un'osservazione senza limiti, senza preconcetti, eccetto un punto: qual è il limite? La ricerca è veramente senza limiti? Il limite, o meglio il criterio guida, è il bene del punto in cui emerge la domanda stessa, il bene dell'uomo. Quella è l'unica stella polare, non lo chiamerei limite, ma è l'unico criterio che ci deve guidare nel dire che non tutto quello che possiamo fare è bene farlo. L'altro fattore è la curiosità, cioè l'apertura: ci si apre solo se c'è un di fuori. C'è un aspetto strutturale in cui io sono separato dalle cose che conosco ed è un miracolo che possa conoscerle.

La mostra «Da uno a infinito. Al cuore della matematica», presentata al Meeting dell'anno scorso, si concludeva con una bellissima frase del Papa in cui sostanzialmente si ribadiva che il fatto che io possa conoscere la realtà, che la realtà sia razionale, cioè che mi sia affine, non è una cosa scontata, è un miracolo che deve indicarci qualche cosa. E poi, soprattutto, se guardo il cammino, che è cominciato dall'atomo e arriva fino ai quark, mi risulta evidente che la domanda implica una risposta, una certezza, che apre sempre verso un altro livello di certezza. La risposta che diamo, le certezze che abbiamo, non sono delle certezze finali, o meglio non sono esaurienti,

ci aprono sempre a qualcosa di più vero, con un dinamismo che io direi inesauribile. In questo vedo – ed è un passo in cui metto la mia libertà, non pretendendo di dare una dimostrazione scientifica ma accorgendomi che è conforme alla mia ragione – la possibilità che l'infinito si manifesti nel mio mondo finito per questa radice di inesauribilità che ha.

Nel cammino non solo le certezze che trovo non svaporano, ma esse, anche se vengono superate, non sono da buttar via: sono come le pietre miliari di un cammino, in cui vado avanti. E le certezze per quanto precarie, vengono ricomprese nelle certezze ulteriori cui esse ci rimandano, e rivelano il loro valore proprio nell'indicarci una meta, la certezza completa che ci attira inesauribilmente.

Vorrei concludere citando uno degli ultimi grandi maestri della fisica, il Galileo del Novecento della fisica italiana, Enrico Fermi: un maestro, perché lui ha fondato una scuola, che ancora adesso si chiama la Scuola di via Panisperna (sede dell'Istituto di Fisica a Roma tra le due guerre). In generale le grandi avanzate scientifiche sono state fatte da persone con una mente eccezionale, come Einstein, e sono gli esempi più eclatanti, oppure ciò che ha prodotto di più nella scienza sono state le scuole, il tramandarsi di una tradizione; io vorrei sottolineare che la scienza è la valorizzazione della tradizione, la tradizione tiene viva la domanda e soprattutto, la fa emergere.

Rutherford ne è il grande esempio: lui ha fondato una scuola, innumerevoli Premi Nobel sono usciti dalla sua fucina.

Bohr è stato un altro grande maestro, e appunto, il nostro Enrico Fermi. Il maestro assicura e aiuta affinché l'esperienza sia un cammino verso una certezza più grande e non una serie di episodi in cui il nuovo è la negazione del passato, senza connessione.

Vorrei sottolineare che la certezza, da un lato, non dipende dal soggetto: la verità non la inventi tu. È come le leggi fisiche: sono un dato, ci si imbatte nel dato, si viene colpiti dall'inaspettato, se si è in grado di vederlo e di accorgersene. Si può guardare e non riuscire a vedere, come peraltro nella vita normale. La scienza è un'attività umana, quindi vive esat-

tamente delle nostre verità umane. Allora la verità non te la inventi tu, come le leggi fisiche; ma d'altro lato riconoscerla come certezza dipende da te: tutto è fatto per riconoscerla, ma ci vuole l'atteggiamento giusto.

Ho riflettuto sul titolo del Meeting, «una immensa certezza». Immensa è una parola bella, perché non è come la parola grande, che in qualche modo esprime un concetto che afferriamo. Immenso è una parola costruita come negazione di qualcosa che afferriamo: immensa, in-mens, che non sta nella mente. Quindi noi possiamo essere certi di qualcosa che non sta nella mente, che ci eccede, ed è quello che a me sembra indichi la nostra avventura di scienza. Per arrivare a questa conclusione, certo, ci metto la mia libertà. Non è scontato che un altro arrivi a questa conclusione, ma mi sembra che sia un'ipotesi almeno altrettanto ragionevole di chi dice che la scienza non dà certezze, dà solo «riproducibilità» – questa è la nuova ultima barriera in cui un certo tipo di mentalità scienziata e laicista si rifugia, quello di dire «non sono certezze, noi verificiamo che certi fenomeni siano riproducibili». A me sembra che alla fine, mettendo assieme tutti questi elementi del puzzle, se veramente applico la definizione di ragione che mi è stata insegnata da don Luigi Giussani: «Tenere conto di tutto, di tutti i fattori», non solo quello di cui mi interessa, ma di tutto, alla fine non posso non dire che alla certezza si può arrivare, ma occorre anche la mia libertà.

La scienza dunque è un'attività umana, non può fare a meno dell'energia, della dedizione e delle caratteristiche vere di un uomo. E penso che la capacità di affezione e di libertà siano la cosa principale.