

10 Gennaio 2019

Progetto *Quale Europa per i giovani?* - Per un approccio etico al mondo del lavoro

**Materia Spazio Tempo: Le ultime frontiere della fisica e le possibili ricadute**

Sono intervenuti:

**Fulvio Ricci** - Professore ordinario di Fisica Generale - Università Sapienza di Roma

**Donatella Lucchesi** - Professoressa dip. Fisica e Astronomia - Università di Padova, Progetto LHCb al CERN

**Marco Donetti** - Ricercatore - Centro Nazionale Adroterapia oncologica- Pavia

**Studiare l'invisibile**

L'identikit del fisico nell'immaginario collettivo non ha nulla a che vedere con la realtà. «Non andavo bene in matematica. Gli insegnanti del liceo dicevano che non ero portata», svela la professoressa **Donatella Lucchesi**, che oggi insegna fisica all'Università di Padova e lavora al CERN di Ginevra. «La mia professoressa di matematica faceva paura – le fa eco **Marco Donetti** che si occupa di adroterapia oncologica presso il CNAO di Pavia – urlava spesso e, nonostante fossi anche bravo, mi dava un cinque e mezzo che poi diventava un sei». Gli studenti hanno applaudito, si sono sentiti confortati. A volte si studia Fisica per caso, ma più spesso è per curiosità, e si continua per ostinata costanza. Il professor **Fulvio Ricci** de La Sapienza aggiunge che Einstein è stato addirittura deificato: sono famose le sue immagini, con capelli da pazzo, smorfie, così come le sue frasi storiche, alcune addirittura inventate. «Qui e in questo periodo storico, menti geniali "extraterrestri" come Einstein non ce ne sono – chiarisce – certo studiare è fatica, è un'impresa coraggiosa, perché tante sono le domande ma poche le risposte. Quando però si risolve un problema, seppure piccolo, si prova una soddisfazione incredibile» e con pochi tratti ci descrive le emozioni della... ragione, nella ricerca, che la Lucchesi definisce bella quanto l'arte. È una strada in salita, soprattutto per le donne, ma dietro ogni scoperta, ogni conferma c'è il lavoro faticoso di tanti, mai di uno solo, del genio isolato.

Arriviamo al punto: che sappiamo oggi di materia, di spazio, del tempo? Ci sono sempre stati? Da dove veniamo? Che ci riserva il futuro? Nella materia ci sono gli atomi, dice la Lucchesi, e nell'atomo ci sono gli elettroni, i neutroni, i protoni e in questi ultimi due ci sono i quark. Ma quando finiscono le scatole cinesi? ? Inoltre queste particelle sono talmente piccole che non si riescono a vedere. Come si può dire allora che esistono? Attraverso microscopi molto potenti, gli acceleratori di particelle, ove non vediamo queste direttamente, ma le tracce che lasciano al loro passaggio. Per esempio nell'acceleratore del CERN, LHC, pacchetti di protoni, estratti dall'acqua (dall'idrogeno in particolare), si scontrano 40 milioni di volte in un secondo, grazie a campi magnetici ed elettrici che li indirizzano/veicolano e li accelerano fino alla velocità della luce. La collisione viene fotografata tramite opportuni rivelatori (che raggiungono le dimensioni di un palazzo di 5 piani!) e infine visualizzato sul computer. In questo modo si vede il numero e le proprietà di tutte le particelle prodotte dallo scontro. Il risultato di tutto questo ci ha condotto a sapere, per esempio, che i mattoni fondamentali della materia non sono molti, i quark per esempio sono sei tipi in tutto. Questi sono legati insieme all'interno di protoni o neutroni attraverso la "forza forte", una delle 4 forze fondamentali, e questa forza viene "trasportata" tra i quark da altre particelle dette bosoni. Oltre la forza forte, una sorta di colla della materia, le altre interazioni fondamentali sono l'interazione debole, interazione elettromagnetica e la gravità. Le particelle nascono di per sé senza massa, ma poi "mangiando" il noto bosone di Higgs la acquisiscono ... come facciamo noi a Natale col panettone. La scoperta del bosone finora ci ha soltanto condotto

sulla soglia di un nuovo mondo, ancora abbiamo moltissime domande aperte. Sulla gravità, e sul gravitone in particolare, siamo indietro, sebbene sia una forza conosciuta dai tempi di Newton, spiega Ricci. Einstein ci ha fornito un enorme aiuto. Nel 1916 concepisce che questa forza si propaga tramite onde gravitazionali, proprio come l'interazione elettromagnetica.

L'onda gravitazionale coinvolge la nozione di spazio e può essere definita come una sua "perturbazione". Una volta lo spazio poteva essere misurato con la "fettuccia" «mio padre, che era un ingegnere edile – racconta Ricci – faceva così», ma poi siamo passati al laser e lo spazio è stato misurato con il tempo che il raggio laser impiega ad andare e tornare da un determinato punto. Dietro questo cambiamento tecnico c'è un importante cambiamento teorico: la fettuccia non serve più perché lo spazio è relativo. L'onda gravitazionale, per esempio, modifica le distanze, lo spazio si contrae. Posso misurarlo però con qualcosa di invariante che è la velocità della luce e con un sistema, sempre basato sulla tecnologia laser, nel 2016 abbiamo osservato la prima onda gravitazionale, precisamente 100 anni dopo la previsione di Einstein. L'intero universo è studiato attraverso la luce (raggi infrarossi, i raggi gamma e ics). Tuttavia vi sono processi che non emettono luce, come i buchi neri, e ora possiamo usare un diverso messaggero: le onde gravitazionali. Nel 2015 è stato osservato un evento di onde gravitazionali prodotte, appunto, da un processo di collisione di buchi neri avvenuto un miliardo di anni fa. Ci sono voluti cento anni per osservarle e, come sempre, il lavoro di tantissime persone. L'obiettivo è riuscire a sapere cosa è successo all'origine dell'universo, il noto Big Bang. Plank ha ipotizzato all'origine che l'universo intero fosse una sfera grande come un pallone da football che in qualche modo è poi esplosa. Forse l'universo è pulsante e questa esplosione ed espansione potrebbe arrestarsi per invertire la rotta e dare luogo a una nuova contrazione. «Ma non preoccupatevi – ci ha tranquillizzato Ricci – tutto questo avverrà tra un bel po'...». Abbiamo forse ancora tempo per capirci qualcosa.

C'è un principio primo ordinatore? Ci si chiede. I fisici, rispondono i relatori, cercano sempre regole semplici a fondamento di tutto ma trovare il motivo, il senso è una questione diversa. Seppure le questioni filosofiche di fondo premono inevitabilmente ai suoi confini, la fisica riesce a spiegare i *come*, non certo i *perché*. Secondo l'ipotesi di Ricci, però, il caso ha un ruolo importante nella costruzione dell'universo e, per citare una frase nota, Dio a dadi un po' ci gioca.

Ad ogni modo alcune scoperte, casuali o no che siano, hanno cambiato la vita dell'uomo. Spesso in meglio. Per esempio le particelle dell'anti-materia, come i positroni, sono usati per la PET, strumento diagnostico dei tumori. La tecnologia usata per studiare le particelle, ovvero gli acceleratori, viene utilizzata oggi anche per la cura dei tumori, come al Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica di Pavia, dice Donetti, dove si riescono a curare seicento pazienti oncologici l'anno, che non rispondono alla radioterapia ordinaria. Con i protoni dell'idrogeno e gli ioni del carbonio, spiega, si bombarda la massa tumorale in modo molto più efficace che con la radioterapia, perché si riesce a colpire il DNA delle cellule, spezzando entrambe le eliche e impedendo, quindi, la duplicazione. Nello stesso tempo il colpo è più preciso e si danneggiano meno i tessuti circostanti.

Ma se l'anti-materia è quasi della stessa quantità della materia, come è successo che noi siamo caduti qui, in un mondo di materia? È davvero un tiro di dadi che lo ha deciso? E le forze che mantengono l'universo, sono unificabili in una forza unica? Come funzionano gli *wormhole*, i passaggi spazio-temporali? Rendono possibile viaggiare nello spazio-tempo? Queste e molte altre le domande ancora aperte più feconde, che i fisici sognano di svelare.