

SCIENZA&TECNOLOGIA

Il fisico Il professor Guido Tonelli svela uno scenario inaspettato

Ecco che fine farà
il nostro universo

Il bosone di Higgs e la fisica moderna: argomenti molto complessi, che hanno fatto conoscere al pubblico il Laboratorio Europeo del Cern e il ruolo rilevante dei fisici italiani.

Professore, il suo intervento a **Kum! Festival** fa parte della sua attività di disseminazione dei contenuti scientifici delle sue ricerche. Ci può dare qualche anticipazione sul tema - "E il nostro universo che fine farà?" - che tratterà ad Ancona?

«I nostri studi più recenti sulla fine dell'universo ci consegnano uno scenario inedito e, per certi versi, sorprendente. Fino a poco tempo fa si pensava che il nostro universo, nato 13,8 miliardi di anni fa, poteva andare incontro soltanto alla cosiddetta morte termica. Poiché la velocità con cui si espande lo spazio-tempo sta aumentando, questa gigantesca struttura materiale, al passare del tempo, sarebbe divenuta sempre più grande. Le distanze fra stelle e galassie sarebbero cresciute al punto da non permettere più la formazione di nuovi corpi luminosi. Alla fine, l'universo, freddo e buio, avrebbe ospitato soltanto buchi neri e stelle di neutroni, e si sarebbe trasformato in un'immensa necropoli di stelle morte. Recentemente abbiamo invece scoperto che l'universo potrebbe andare incontro a una fine del tutto diversa. Tutto ha a che fare col bosone di Higgs, la particella responsabile della sottile impalcatura che sorregge questa immensa struttura materiale. Da quando abbiamo potuto studiarne le caratteristiche, abbiamo scoperto che questo meccanismo è piuttosto fragile. Ha retto per miliardi di anni e questo ha permesso la formazione di gas, polveri, stelle, galassie e sistemi solari, ma questa infrastruttura così vitale risulta piuttosto esile. Potrebbe cedere di schianto e allora tutte le forme materiali si disintegrerebbero, le particelle elementari, prive di massa, non potrebbero rimanere aggregate e l'intero universo si trasformerebbe in una immane bolla di pura



Il prof Guido Tonelli davanti al Compact Muon Solenoid (Cms)

È UN SOTTILE MECCANISMO
L'IMPALCATURA CHE REGGE
UN'IMMENZA STRUTTURA

energia».

Che cosa significa, a proposito della scoperta del bosone di Higgs, l'affermazione che "abbiamo capito da dove nasce la massa"?

«Bisogna fare un salto indietro nel tempo, fino ai primissimi istanti di vita dell'universo bambino. È passato solo un attimo da quando una minuscola fluttuazione quantistica del vuoto si è gonfiata a dismisura e ha assunto velocemente dimensioni macroscopiche;

di colpo succede qualcosa che deciderà il destino di quell'oggetto ancora incandescente per i miliardi di anni a venire. La materia che compone il nostro universo è già tutta lì, ma la forma in cui si presenta è completamente diversa da quella cui siamo abituati. È una specie di gas di particelle elementari, prive di massa, che si muovono alla velocità della luce, che riempie ogni angolo dello spazio-tempo appena nato. Ed ecco che quando è passato appena un centesimo di miliardesimo di secondo, succede qualcosa di molto strano. Non appena l'universo neonato si raffredda a sufficienza, in quel preciso momento, una miriade di bosoni di Higgs si con-

densa per sempre sotto forma di un campo che si installa ovunque. Il nuovo venuto rompe la perfetta simmetria che imperava fino a quel momento. Le particelle elementari, che rimangono come invischiati nel campo dell'Higgs, si differenziano fra loro a seconda dell'intensità dell'interazione, e così facendo finiscono con l'acquistare masse irrimediabilmente diverse. In un battito di ciglia tutto è cambiato, per sempre. Grazie a questo sottile meccanismo, alcuni quark, quelli più leggeri, potranno aggregarsi per formare protoni stabili. La specifica massa che hanno assunto gli elettroni permetterà loro di orbitare stabilmente intorno a nu-

Chi è

Professore a Pisa
e fisico al Cern

• Tra i padri della scoperta del bosone di Higgs Guido Tonelli, fisico del Cern e professore all'Università di Pisa è uno dei padri della scoperta del bosone di Higgs. Ha ricevuto il Breakthrough Prize in Fundamental Physics, il premio Enrico Fermi della Società Italiana di Fisica e la Medaglia d'Onore del Presidente della Repubblica. Ha pubblicato per Rizzoli "La nascita imperfetta delle cose", premio Galileo come migliore opera di divulgazione del 2016, e "Cercare mondi". Per Feltrinelli sono usciti "Genesis: il grande racconto delle origini" e "Tempo. Il sogno di uccidere Chronos". Domenica 16 ottobre alle 12 alla Mole di Ancona, terra per **Kum! Festival** una lectio dal titolo "E il nostro universo che fine farà?".

© RIPRODUZIONE RISERVATA

clei carichi e potranno nascere atomi e molecole. Così si sono prodotte le enormi nebulose gassose da cui sono nate le prime stelle e poi le galassie, e i pianeti e i sistemi solari fino ai primi organismi viventi, via via sempre più complessi, per arrivare, in ultima istanza, fino a noi».

A partire dal 2012, anno della scoper-

LO SCIENZIATO PARLERÀ
AD ANCONA PER **KUM!**
DOMENICA 16 OTTOBRE

ta, quali nuovi filoni della fisica e quali implicazioni per il futuro?

«Dopo avere scoperto il bosone di Higgs, siamo alla ricerca di nuove particelle che spiegherebbero i tanti misteri ancora non risolti: quelle che compongono la materia oscura che tiene assieme le galassie, oppure l'inflatone, la particella responsabile dell'inflazione cosmica, o nuovi stati della materia che nascerebbero da simmetrie nascoste della natura.

SCIENZA & TECNOLOGIA

Indagine sull'universo

DODICI PUNTI



Spazio e materia

una specie di gas di particelle elementari

- Prive di massa
- Che si muovono alla velocità della luce
- Che riempiono ogni angolo dello spazio-tempo



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

- Ente di ricerca snello ed efficiente
- Gestisce investimenti
- Organizza laboratori di tecnologie avanzate



Tecnologie e macchine

con cui è stato scoperto il bosone di Higgs



Lhc

Large Hadron Collider, acceleratore di particelle



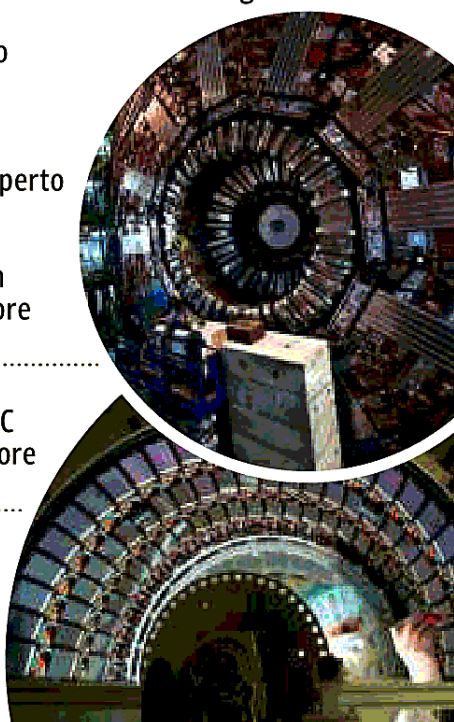
Atlas

A Toroidal LHC Apparatus, rivelatore di particelle



Cms

Compact Muon Solenoid, magnete superconduttore



La bellezza del nostro lavoro è che siamo sicuri che prima o poi si scoprirà la nuova fisica, troveremo cioè fenomeni che richiederanno una descrizione più generale e completa di quella che utilizziamo attualmente. Ma non sappiamo quando. Potrebbe avvenire fra una settimana o magari ci vorranno decenni e, per farlo, forse dovremo costruire un nuovo e più potente acceleratore di particelle».

Nuove tecnologie, computer super-potenti, nuovi strumenti per la sperimentazione, quale il contributo nell'immediato della ricerca moderna?

«Le idee che abbiamo dovuto sviluppare per costruire Lhc, e Atlas e Cms, i grandi apparati con i quali abbiamo scoperto il bosone di Higgs, sono già utilizzate per lo sviluppo di innumerevoli tecnologie: nuovi materiali speciali, cavi superconduttori ad alta densità, sensori innovativi, dispositivi elettronici avanzati, sistemi di intelligenza artificiale, infrastrutture di calcolo distribuito, che hanno dato il via al grid e al cloud computing. Ma il bello deve ancora venire. Bisogna avere pazienza.

Dal momento in cui i fisici scoprono nuove leggi della natura di solito passano decenni prima di capire se e quando queste nuove conoscenze permetteranno di sviluppare nuove tecnologie e in quali campi».

Quale interesse per la fisica moderna da parte delle nuove generazioni, quali le potenzialità da una educazione diversa, forse migliore?

«Nella fisica delle particelle il nostro paese vive una condizione invidiabile. Ci sono migliaia di giovani appassionati che escono dalle nostre università con una preparazione eccellente e ottimi istituti che li addestrano alle pratiche più innovative. C'è un ente di ricerca snello ed efficiente, l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, che gestisce gli investimenti e organizza grandi laboratori, dove si possono incontrare alcuni fra i migliori esperti al mondo delle tecnologie più avanzate. Agli studenti che sognano di lavorare al Cern per scoprire i misteri della materia dico soltanto: abbiate fiducia in voi stessi, impegnatevi al massimo delle vostre forze per inseguire la vostra passione. Non ve ne pentirete».

Lucilla Niccolini

Raccomandazioni e proposte funzionali Aree montane e rurali Finanziamenti europei per la digitalizzazione

• Valutare l'impatto della digitalizzazione nelle aree montane e rurali, nell'agricoltura e nella gestione forestale. È questo l'obiettivo di "Desira" (Digitisation: Economic and Social Impacts in Rural Areas), il progetto europeo finanziato nell'ambito del programma Horizon 2020 (2019-2023) coordinato da Gianluca Brunori del dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali dell'Università di Pisa che, in un'ottica interdisciplinare, ha coinvolto un Consorzio costituito da 25 partner in tutta Europa. Attraverso 20 Living Labs condotti nei vari Paesi europei dai partner del consorzio, Desira ha studiato gli impatti socio-economici dell'innovazione legata alle telecomunicazioni, per capire come massimizzare i benefici della tecnologia al servizio del territorio secondo i principi della sostenibilità e dell'innovazione responsabile e contribuire alla realizzazione degli obiettivi di sviluppo sostenibile previsti dall'Agenda 2030 dell'Onu. Per l'Italia, il Pefc Italia (Programme for Endorsement of Forest Certification schemes), ente promotore della corretta e sostenibile gestione del patrimonio forestale, ha coordinato un Living Lab su tecnologie al servizio della tracciabilità delle filiere foresta-legno-energia (legna da ardere, cippato e pellet). Proprio a partire da questo lavoro, Pefc Italia, insieme ad Amigo, Cnr-Isti e Unipi - ha definito una serie di raccomandazioni politiche e di proposte funzionali per promuovere l'adozione di strumenti digitali in maniera sostenibile nelle aree rurali e montane. «La digitalizzazione è un cambiamento socio-tecnico, nel quale le componenti tecnologiche e quelle sociali sono strettamente collegate: non deve essere vista come un fine, ma uno strumento al servizio delle aree montane e rurali», spiega il professore dell'Università di Pisa Gianluca Brunori, coordinatore del

progetto Desira. «Per questo il progetto Desira ha scelto un approccio di tipo interattivo e ha sviluppato una metodologia per l'analisi basata sul coinvolgimento di diversi attori - dagli agricoltori e gestori forestali agli studiosi, fino ai decisori politici - così da incontrare i bisogni degli utenti e delle popolazioni coinvolte e contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile». In generale, stando al rapporto Desi (Digital economy and society index) della Commissione Europea, l'Italia - su 27 Paesi - occupa il diciottesimo posto nella classifica sullo stato di digitalizzazione. L'Italia sta quindi colmando il divario rispetto all'Unione europea (nel 2021 era al ventesimo posto), ma c'è ancora molto da fare: oltre la meta #768; dei cittadini italiani non dispone neppure di competenze digitali di base. Inoltre le tecnologie di connessione - 4G, 5G, fissa - ancora non raggiungono in maniera uniforme le aree rurali. Ecco dunque le raccomandazioni politiche e le proposte funzionali per promuovere l'adozione di strumenti digitali in maniera sostenibile nelle aree rurali e montane: migliorare la connettività e l'accesso ai servizi digitali per le popolazioni delle aree montane; pianificare lo sviluppo attraverso

nuove forme di cooperazione; sostenere la creazione e il mantenimento di posti di lavoro nelle aree montane e

IL PROGETTO "DESIRA" INTENDE COLMARE IL GAP CON GLI ALTRI PAESI

aumentare l'attrattività dei territori montani e il riconoscimento dei servizi generati dalla gestione sostenibile del territorio. Il progetto Desira, che si concluderà ufficialmente nel 2023, si occuperà inoltre di contribuire allo sviluppo delle politiche in tutta l'Unione Europea e di facilitare un Forum sulla digitalizzazione rurale proprio per discutere il modo in cui le politiche potrebbero affrontare opportunità e sfide della digitalizzazione anche nei settori agricolo e forestale e per la gestione delle aree montane.

© RIPRODUZIONE RISERVATA