

» **INTERVISTA**



ALICE, OCCHI PUNTATI SULL'UNIVERSO PRIMORDIALE

Intervista a Federico Antinori, ricercatore INFN, responsabile internazionale dell'esperimento ALICE (A Large Ion Collider Experiment) di LHC, al CERN.

Si è svolta a metà maggio al Lido di Venezia Quark Matter 2018 - la XXVII Conferenza Internazionale sulle collisioni nucleo-nucleo ultrarelativistiche - che ha riunito centinaia di fisici di tutto il mondo per discutere di nuovi sviluppi nella fisica degli ioni pesanti ad alta energia. Focus della conferenza, la comprensione fondamentale della materia in condizioni estreme di alta temperatura e densità. In queste condizioni, che hanno caratterizzato l'Universo primordiale, la materia appare come un plasma di quark e gluoni, con quark e gluoni non confinati all'interno dei protoni e neutroni del nucleo atomico.

Tra gli scienziati più rappresentativi di questo settore, abbiamo incontrato a Venezia il presidente della conferenza (ruolo che condivide con il fisico Paolo Giubellino), Federico Antinori, ricercatore INFN e responsabile di ALICE (A Large Ion Collider Experiment), una collaborazione internazionale di oltre 1500 tra fisici, ingegneri e tecnici provenienti da 37 Paesi di tutto il mondo e uno dei quattro principali esperimenti del Large Hadron Collider (LHC) del CERN, dedicato in particolare allo studio del plasma di quark e gluoni. Antinori fa parte della collaborazione dalla sua istituzione e ha ricoperto nel corso degli anni numerose posizioni manageriali. Nel 2012, ha assunto l'incarico di coordinatore della fisica di ALICE e durante il suo mandato, l'esperimento ha prodotto molti dei suoi principali risultati. Dal gennaio 2017 è responsabile dell'esperimento, carica che rivestirà fino al dicembre 2019.

L'esperimento ALICE è uno strumento tecnologico unico al mondo, con obiettivi molto diversi dagli altri rivelatori di LHC, ATLAS, CMS e LHCb. Se questi ultimi sono stati progettati per studiare i prodotti delle collisioni tra protoni ad alta energia e, in particolare, per rivelare e

» INTERVISTA

studiare il bosone di Higgs, a quale scopo è stato progettato ALICE?

Sì, ALICE è molto diverso dagli altri esperimenti al Large Hadron Collider: è stato, infatti, ideato con l'obiettivo specifico di utilizzare nuclei pesanti accelerati all'interno di LHC per ricreare in laboratorio uno stato estremo della materia, che chiamiamo plasma di quark e gluoni. Pensiamo che questo stato della materia fosse presente nei primi microsecondi di vita dell'universo.

Le collisioni tra nuclei pesanti, ovvero l'oggetto di studio di ALICE, hanno caratteristiche molto diverse rispetto alle collisioni protone-protone, su cui concentrano l'attenzione gli altri tre grandi esperimenti del CERN. Nelle collisioni tra nuclei pesanti si producono, infatti, molte più particelle e noi della collaborazione ALICE siamo interessati a rivelarne il più alto numero possibile. Ci interessa studiare anche particelle di energie più basse. ATLAS, CMS e LHCb focalizzano invece l'attenzione su particelle di più alta energia e, a differenza di ALICE, escludono quindi dalla rivelazione quelle di energia più bassa.

Che cosa siamo riusciti a comprendere ad oggi sul plasma di quark e gluoni, lo stato della materia che ha caratterizzato il nostro universo nei primissimi istanti, in condizioni di temperatura e densità di energia estreme?

Il plasma di quark e gluoni, anche noto come QGP, è uno stato estremo della materia in cui i quark e i gluoni, che per la materia ordinaria sono sempre intrappolati, noi diciamo confinati, in altre particelle come i protoni o i neutroni, nel QGP sono liberi. Pensiamo quindi che questo stato della materia abbia caratterizzato i primissimi microsecondi di vita dell'universo.

Siamo riusciti a misurare proprietà molto specifiche di questo stato dell'universo primordiale. Sappiamo che il QGP si comporta come un liquido quasi perfetto: lo definiamo un liquido con una viscosità molto bassa, di cui abbiamo misurato l'opacità per le particelle di alta energia che lo attraversano, e sappiamo come risponde come insieme alle fluttuazioni della geometria iniziale. Abbiamo anche raccolto un'intera nuova serie di misurazioni su come le particelle di materia ordinaria, ovvero le particelle di cui siamo fatti e che misuriamo ogni giorno nei laboratori, siano nate a partire dai quark e dai gluoni che formavano questo stato della materia primordiale.

Nel recente passato, ALICE ha fornito preziose informazioni anche sulle similitudini tra materia e antimateria. Che cosa ha osservato esattamente?

Con questi esperimenti, con lo studio delle collisioni dei nuclei pensanti, siamo anche riusciti ad andare oltre lo studio delle proprietà del plasma di quark e gluoni. Possiamo usare il QGP stesso

» INTERVISTA

come fonte di particelle. Nel momento in cui si espande e si raffredda, può generare un intervallo molto grande di masse di particelle che possiamo impiegare, in questo caso, anche per studiare e misurare le proprietà fisiche di stati nucleari esotici, come gli antinuclei e gli anti-ipernuclei. Per esempio, abbiamo misurato le proprietà del deuterone e dell'antideuterone, ovvero del nucleo di deuterio, un isotopo pesante dell'idrogeno che ha nel suo nucleo un protone e un neutrone, e della sua antiparticella. E siamo stati in grado di usare questa sorgente di particelle per misurare le loro masse con un livello di precisione mai raggiunto prima.

Qual è il bilancio di questo primo anno del suo incarico e quali filoni di ricerca si sono aperti per il prossimo futuro dell'esperimento?

Al momento, siamo attivi sia dal punto di vista sperimentale sia per quanto riguarda l'analisi dati. Stiamo ancora raccogliendo nuovi dati e al contempo stiamo analizzando la grande mole di dati che abbiamo già raccolto e allo stesso tempo, ci stiamo preparando per il futuro.

Tra non molto, partirà un intenso periodo di presa dati che andrà avanti per il resto dell'anno, in cui otterremo il più alto numero di dati che abbiamo mai raccolto finora. Per gli anni a venire, stiamo preparando un *upgrade* sostanziale dell'apparato dell'esperimento: stiamo per cambiare tutta la parte interna del rivelatore, quella più vicina al punto d'interazione, dove avvengono le collisioni. Renderemo poi l'esperimento molto più veloce, per quanto riguarda la quantità di dati che può raccogliere, e ci stiamo preparando a quella che chiamiamo l'era dell'alta luminosità, che ci permetterà essenzialmente di raccogliere cento volte più statistica rispetto a quella che riusciamo ad avere ora. Quindi, saremo in grado di scoprire sempre di più sulle proprietà del plasma di quark e gluoni. Si sta aprendo l'era dell'alta precisione nello studio del QGP.

Sono stati presentati risultati inediti nel corso della conferenza?

La maggior parte dei risultati presentati durante la conferenza Quark Matter 2018 sono inediti. Il campo di ricerca delle collisioni nucleari ultrarelativistiche è dedicato principalmente alla comprensione di come la materia si comporta in condizioni di riscaldamento e compressione estreme, che si raggiungono nelle collisioni di nuclei pesanti accelerati alle alte energie. Sappiamo molto di più, rispetto a quanto non sapessimo due settimane fa, sulla produzione a partire dal QGP di tutti i tipi di particelle, dai fotoni ai nuclei, fino agli ipernuclei. Abbiamo fatto dei progressi cruciali per capire come gli effetti del QGP siano legati alla dimensione del sistema studiato. Sono stati presentati grandi passi avanti anche per quanto riguarda la teoria. Possiamo certamente affermare che la conferenza Quark Matter 2018 ha rappresentato un grande salto in avanti per il nostro

» INTERVISTA

campo di ricerca.

Torniamo per un attimo alla sua esperienza personale, che cosa significa guidare una collaborazione di 1500 fisici provenienti da ogni parte del mondo?

Guidare una collaborazione così grande è qualcosa cui sicuramente non ci prepara l'università: non è quello che studiamo durante la laurea in fisica, ed è qualcosa che ci arricchisce molto. Quello che si impara, rivestendo questo ruolo, è quanto sia importante avere all'interno della collaborazione persone diverse, provenienti da culture diverse, con punti di vista diversi e approcci diversi al lavoro. Questa eterogeneità della collaborazione è fondamentale per il successo. Il fatto che tutti noi ci dobbiamo continuamente confrontare con punti di vista diversi dal nostro non permette di rilassarsi un attimo. Devi sempre essere pronto e capace a spiegare il tuo punto di vista e le tue argomentazioni agli altri e a incorporare altri punti di vista rispetto al tuo. Credo che se dovessi indicare l'aspetto che preferisco del nostro lavoro, sarebbe proprio questo: credo che sia un aspetto chiave del successo dell'esperimento.

Che significato attribuisce al fatto che sia stato scelto ancora una volta un italiano alla testa di uno degli esperimenti di LHC, il più potente acceleratore del mondo?

Credo che avere ancora una volta un italiano nominato come responsabile di uno degli esperimenti di LHC sia un chiaro messaggio sulla qualità dell'intera comunità della fisica delle alte energie italiana. E credo che questo sia, in fin dei conti, un riconoscimento da parte dell'intera comunità internazionale del nostro passato, del nostro presente, e delle prospettive che siamo in grado di proporre per il futuro della ricerca in fisica italiana. ■