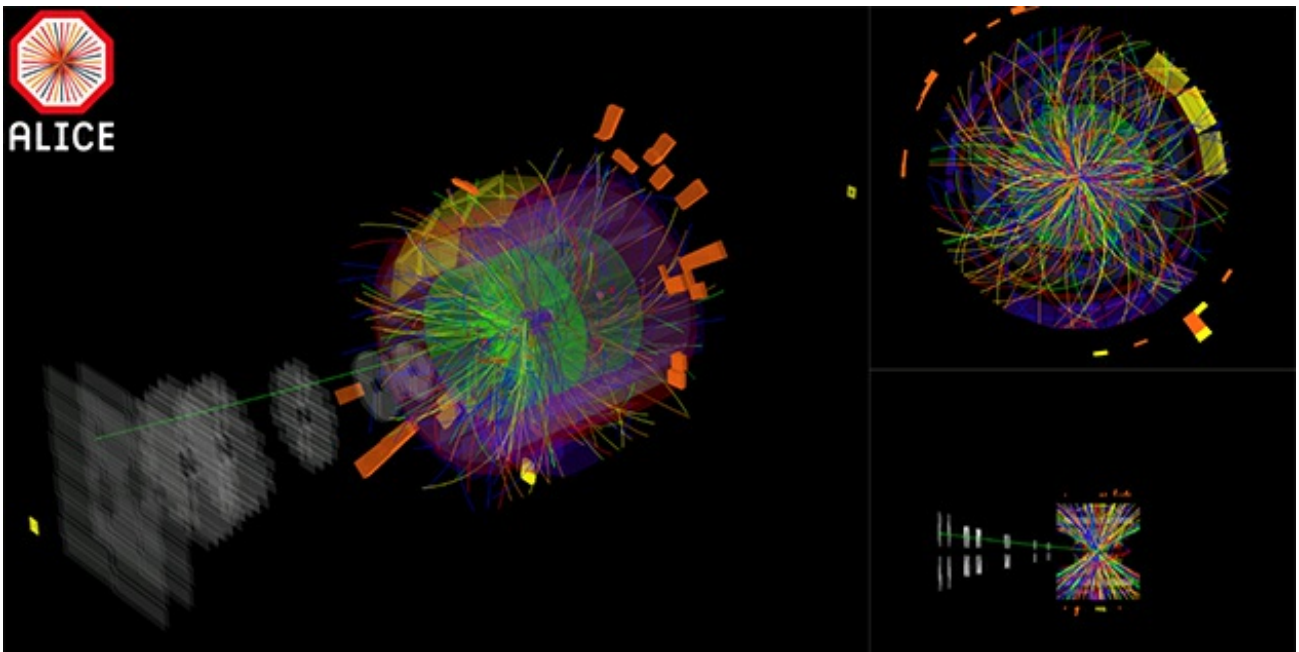


Nuove Collisioni p-Pb a LHC

✍ P. Antonioli 📅 23-12-2016 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/536>



Una collisione p-Pb registrata dall'esperimento ALICE durante la presa dati nel 2016. Credits: CERN.

Il 2016 è stato per gli esperimenti al Large Hadron Collider (LHC) del CERN un anno di presa dati eccezionale. La macchina acceleratrice, nei sette mesi dedicati alle collisioni protone-protone (p-p), ha raggiunto la sua luminosità di progetto di $10^{-34} \text{ cm}^2\text{s}^{-1}$, superandola poi del 30-40% e fornendo in totale una luminosità di 40 fb^{-1} rispetto ai 25 fb^{-1} inizialmente previsti per il 2016.

Come ogni anno, l'ultimo mese di operazioni di LHC è stato dedicato al programma di collisioni di ioni relativistici, e in particolare quest'anno alle collisioni protone-Piombo (p-Pb), con un'intensa raccolta dati dei quattro esperimenti ad LHC. A partire dal 10 novembre, sono state registrate collisioni p-Pb a un'energia nel centro di massa per coppia di nucleoni di 5.02 TeV (che si aggiungono ai dati raccolti nel 2013) e, per la prima volta, a 8.16 TeV.

Ma a cosa servono queste collisioni? Nelle collisioni Piombo-Piombo (Pb-Pb), a causa delle altissime densità di energia raggiunte a LHC, si forma uno stato della materia deconfinato costituito da quark e gluoni (il cosiddetto Quark Gluon Plasma, QGP) simile a quello creato pochi microsecondi dopo il Big Bang. Questi eventi sono quindi diversi da una sovrapposizione di tante collisioni "semplici" protone-protone. Questo stato deconfinato è stato osservato attraverso numerose misure. Tra di esse ricordiamo le modifiche dello spettro in impulso delle particelle prodotte, la soppressione di stati legati di quark pesanti, la soppressione di jet (per effetto di maggiori perdite di energia dei

partoni liberi nel QGP), l'aumento di stranezza, la presenza di moti collettivi sia in termini di flusso radiale che ellittico.

Ci si può però chiedere se queste misure in parte risentano del fatto che si usino proiettili estesi come i nuclei di Piombo, in particolare per le modifiche delle funzioni di distribuzione partonica in nucleoni appartenenti a un nucleo e la presenza di *scattering* multipli prima di un *hard scattering*. Se presenti, questi effetti sono detti di stato iniziale. Questa è la funzione di "controllo" delle collisioni p-Pb: studiare gli eventi prodotti ove solo uno dei due proiettili è esteso.

I dati raccolti nel 2013 in collisioni p-Pb hanno presentato molte sorprese: da un lato sono stati esclusi effetti di stato iniziale attraverso l'analisi dei fattori di modifica nucleare (R_{AA}) ad alto impulso trasverso (anche per sapori pesanti) e la mancata osservazione di soppressione di jet. Ma sono stati misurati anche effetti normalmente associati al deconfinamento e assolutamente non attesi: l'aumento di produzione di particelle strane, evidenze di collettività a basso impulso trasverso e la presenza di correlazioni a lungo raggio con conseguenti misure di flusso ellittico (e armoniche superiori).

Ecco quindi che i dati p-Pb, inizialmente concepiti come un esperimento di controllo, ora costituiscono invece dei dati "ponte" tra le collisioni p-p e Pb-Pb. Dei dati dove, in diversi casi, è possibile osservare un "continuo" nel modificarsi delle caratteristiche delle particelle prodotte in funzione della molteplicità dell'evento (e – in sostanza – del numero di partoni coinvolti). Esempio da questo punto di vista il lavoro pubblicato dalla Collaborazione ALICE nel giugno 2016 (ALICE Collaboration, *Multiplicity-dependent enhancement of strange and multi-strange hadron production in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV*, sottomesso a Physical Review Letters), dove si confronta l'aumento di stranezza in funzione della molteplicità in tutti i tre sistemi di collisione.

Questo nuovo campione di dati dovrebbe quindi aiutare a capire quello che sta succedendo: si forma "un po' di QGP" anche in queste collisioni tra sistemi spazialmente piccoli? Sarebbe una grande sorpresa. E, d'altro canto: è possibile avere effetti collettivi ma non avere evidenze di perdite di energia dovute a un mezzo denso? Se la molteplicità è un'osservabile che connette i diversi sistemi di collisione, sarà possibile stabilire quando fenomeni di tipo collettivo hanno inizio? I dati p-Pb appena raccolti, sempre meno di "controllo" e sempre più "ponte", potrebbero contenere le risposte a queste domande.

Immagine in homepage: Credits Gianluca Usai, INFN Cagliari.