



di Roberto Battiston

Professore ordinario di fisica sperimentale all'Università di Perugia
www.robortobattiston.it

Un tuffo nell'infinitamente piccolo

Come cambierà la ricerca nel mondo delle particelle dopo il Large Hadron Collider

Per i fisici delle particelle elementari impegnati al CERN di Ginevra negli esperimenti del Large Hadron Collider (LHC), questa è un'estate che scotta. LHC è la macchina dei record, che pur essendo più fredda della temperatura del corpo nero cosmico (2,7 gradi kelvin) è in grado di creare zone di gran lunga più calde dell'universo, grumi di particelle con temperature di dieci milioni di miliardi di gradi, come subito dopo il big bang. Dopo una partenza difficile nel 2008, a fine 2009 l'acceleratore ha cominciato a funzionare alla metà dell'energia di progetto, aumentando però rapidamente la sua luminosità, vale a dire il numero di collisioni prodotte ogni secondo, fino a raggiungere nei primi mesi di quest'anno un decimo del valore di progetto, molto in anticipo sulle previsioni.

In questi due anni, i quattro grandi esperimenti di LHC hanno mostrato di funzionare perfettamente: dato il continuo miglioramento dell'acceleratore, la probabilità di scoprire nuovi fenomeni sta aumentando rapidamente. Addirittura i colleghi statunitensi del Fermi National Accelerator Laboratory lo ammettono, al punto che a fine 2011 l'acceleratore statunitense, molto meno potente di LHC, chiuderà i battenti. Che si tratti del bosone di Higgs, la cui ricerca è di fatto appena iniziata e che richiederà tutta la potenza di fuoco di LHC o di segnali dovuti a particelle supersimmetriche che potrebbero essere già rivelabili nelle condizioni attuali, per il prossimo paio d'anni gli occhi della comunità scientifica saranno puntati a Ginevra. Il prossimo fermo tecnico, previsto agli inizi del 2013, porterà la macchina a funzionare all'energia e alla luminosità di progetto e, speriamo, a importanti scoperte.

Dopo LHC, come si svilupperà lo studio dell'infinitamente piccolo? Da tempo ci si interroga su questo punto, dato che la realizzazione di un nuovo acceleratore di particelle è un'impresa che richiede tempi lunghi e ingenti risorse. Due sono le principali linee di sviluppo, entrambe basate su macchine di tipo leptonic, cioè su acceleratori in grado di fare collidere fasci di elettroni e positroni.

La prima consiste nel realizzare un acceleratore lineare che abbia l'energia nel centro di massa pari alla massa del bosone di Higgs, in modo da produrne un gran numero e studiarne in dettaglio le proprietà. La stessa cosa fu fatta con il bosone Z^0 , scoperto al CERN da Rubbia e Van den Meer in un acceleratore adronico ma studiato con grandissima precisione in un acceleratore leptonic, il LEP, in grado di produrne parecchi milioni. Per progettare l'accele-

ratore lineare è necessario però conoscere la massa dell' Higgs e quindi occorre prima scoprirlo al LHC.

La seconda linea consiste nello sviluppo di un acceleratore leptonic di bassa energia ma caratterizzato da una luminosità eccezionale. Una macchina del genere sarebbe in grado di produrre un enorme numero di particelle elementari contenenti un quark pesante, il quark bottom. Le proprietà dei mesoni B, per esempio come decadono, dipendono in modo calcolabile dall'esistenza di particelle di massa elevata presenti in modo virtuale nel vuoto



Primato di collisioni al secondo. Un gruppo di ricercatori del CERN di Ginevra sta seguendo la crescita record della luminosità di LHC da una delle stanze di controllo.

quantistico anche se non sono ancora state scoperte. Nella ricerca di nuovi fenomeni fondamentali la natura ci permette quindi di scambiare luminosità con energia per cercare di ottenere risposte alle domande sulla struttura ultima dell'universo.

Una super fabbrica di mesoni B, una super-B *factory*, è il progetto bandiera INFN approvato dal MIUR nell'ambito del Piano nazionale della Ricerca. Questo acceleratore sarà realizzato in un laboratorio internazionale che sorgerà nel prossimo quinquennio nella piana di Tor Vergata, a Roma: è un progetto ambizioso ma anche un'opportunità per l'INFN, che si inserisce nella grande tradizione italiana della fisica delle particelle e degli acceleratori. In questo laboratorio, oltre alla super-fabbrica di mesoni B, saranno sviluppate tecnologie di avanguardia nel settore degli acceleratori e dei rivelatori di particelle, con ricadute di tipo multidisciplinare.