

# Acceleratoracci, acceleratorini



## di Roberto Battiston

Professore ordinario di fisica generale all'Università di Perugia e direttore della Sezione di Perugia dell'Istituto nazionale di fisica nucleare

**A** Malargue, nella pampa argentina, si sta realizzando uno straordinario rivelatore, che si estende su un'area di circa 3000 kmq, più o meno come la Val d'Aosta. Iniziato nel 1995 da una collaborazione internazionale, il progetto prende il nome dal fisico francese Pierre Auger e ha lo scopo di studiare i raggi cosmici di «energia estremamente elevata», la frazione della radiazione cosmica con un'energia confrontabile all'energia cinetica di una palla da golf. Che cosa ha spinto gli scienziati a questo sforzo titanico?

I raggi cosmici, scoperti da Victor Hess nel 1912, bombardano il nostro pianeta provenendo dalle profondità del cosmo. Si tratta di particelle elementari, principalmente protoni, nuclei ed elettroni, prodotte in esplosioni cosmiche e accelerate a energie miliardi di volte quella iniziale. Nel 1949, Fermi mostrò come le particelle che rimbalzano contro le onde d'urto magnetiche che accompagnano l'esplosione di una supernova guadagnano energia a ogni urto. In un divertente film tv di Frank Capra del 1957, *Lo strano caso dei raggi cosmici*, i campi magnetici galattici, rappresentati come evanescenti fantasmi, giocano a tennis con i raggi cosmici illustrando in modo efficace il meccanismo dell'accelerazione di Fermi.

Il meccanismo è lento e inefficiente: in questa partita a tennis galattica, fra due rimbalzi possono trascorrere decine di migliaia d'anni e solo una frazione piccolissima delle particelle raggiunge le energie più alte. Questo spiega come mai i raggi cosmici di energia estremamente elevata siano così rari da richiedere un rivelatore delle dimensioni di Auger. Per quanto grandiosi, gli acceleratori cosmici sono quindi degli «acceleratoracci», ingombranti e inefficienti; permettono a pochissime particelle di raggiungere energie straordinarie, ma per questo hanno bisogno dell'energia di un'intera stella. Il loro prodotto, i raggi cosmici, sono però di estremo interesse per la fisica fondamentale; dalla loro scoperta, hanno permesso di identificare la prima dozzina

di particelle elementari che oggi sono alla base del Modello Standard delle interazioni fondamentali e di stabilire che i neutrini hanno una massa diversa da zero.

Intanto, al CERN di Ginevra, sta per essere completato il più grande acceleratore di particelle mai realizzato, il Grande Collisionatore Adronico, (LHC), posto in una galleria lunga 27 km e formato più di milleduecento magneti superconduttori operanti a 1,9 gradi Kelvin.

LHC sarà in grado di fare scontrare due fasci di protoni ciascuno avente 7 TeV (TeraelectronVolt) di energia. È un gioiello di tecnologia, il vertice della ricerca mondiale in questo settore, saldamente in mano degli scienziati europei. Ogni parametro di LHC è studiato per massimizzare l'energia delle particelle nei fasci, minimizzando i costi e sfruttando in modo ottimale la potenza elettrica e

la tecnologia a disposizione. Ciononostante, l'energia a cui questa straordinaria macchina riesce ad accelerare i propri fasci è dieci milioni di volte minore dell'energia dei raggi cosmici più energetici. Anche considerando l'energia disponibile nel centro di massa dell'urto, a LHC essa è comunque almeno 40 volte minore.

Confrontato alla scala di energia degli acceleratori cosmi-

ci, LHC è quindi un «acceleratorino», che dovrebbe però portare a risultati di grande importanza per la fisica delle particelle elementari. A partire dal 2008/9, i giganteschi esperimenti posti nelle zone di interazione e alti come edifici di 6 piani dovrebbero permettere la scoperta della particella di Higgs e potrebbero consentire l'accesso al nuovo mondo delle particelle supersimmetriche. Per almeno quindici anni, gran parte della ricerca di frontiera in questo campo sarà fatta al CERN, proprio grazie a questo acceleratore.

È quindi dividendosi tra acceleratori cosmici e terrestri che la comunità scientifica internazionale studia le frontiere della fisica e la struttura fondamentale delle leggi dell'universo.



L'ESPERIMENTO CMS (Compact Muon Solenoid) è uno dei sei grandi esperimenti di LHC, il gigantesco acceleratore in via di completamento al CERN di Ginevra. Lungo 21 metri e con 16 metri di diametro, potrebbe aggiudicarsi la scoperta dell'inafferrabile bosone di Higgs.