

Al lavoro con bosoni, alte energie e...
2500 scienziati

FABIOLA GIANOTTI RACCONTA



➔ Fabiola Gianotti

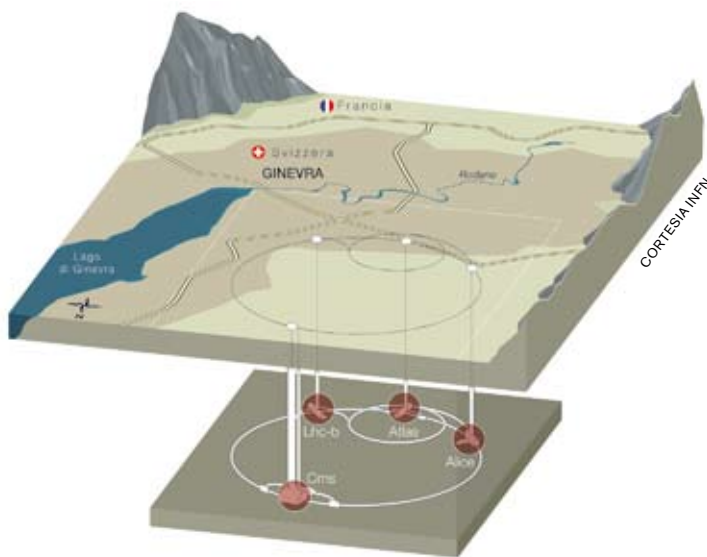
Studiare l'infinitamente piccolo, la struttura della materia, per capire l'infinitamente grande, l'Universo: ecco l'obiettivo di LHC, l'acceleratore di particelle più famoso al mondo. Per raggiungerlo, sono al lavoro da anni migliaia di scienziati, tra competenze avanzatissime, entusiasmo e un pizzico di impazienza.



VALENTINA MURELLI



📍 LHC è situato a 100 metri di profondità nel sottosuolo di Ginevra, sotto i monti del Jura. Lungo l'anello sono scavate le quattro caverne degli esperimenti. Solo un dato sulle dimensioni: la caverna di ATLAS potrebbe ospitare mezza cattedrale di Nôtre Dame.



A partire dal marzo 2009 ATLAS, uno dei principali esperimenti di LHC (Large Hadron Collider), il più grande acceleratore di particelle mai realizzato, sarà guidato dalla fisica italiana Fabiola Gianotti. È la prima volta che al Cern, il laboratorio europeo di fisica delle particelle che ha voluto, ideato e costruito LHC, una donna arriva a occupare una posizione di tale responsabilità nell'ambito di un esperimento scientifico così vasto. Di questo suo ruolo, di che cosa significhi fare ricerca in un progetto di *big science* e degli imprevisti del lavoro, "Linx Magazine" ha parlato direttamente con Fabiola Gianotti, raggiunta al telefono nel suo studio di Ginevra.

cercare risposte a domande fondamentali relative alla struttura della materia, all'origine della massa, alla composizione ed evoluzione dell'Universo. ATLAS e CMS cercheranno di risolvere misteri del tipo: i quark sono i costituenti elementari della materia o sono a loro volta costituiti da altre particelle? Esiste il bosone di Higgs, la particella ipotizzata dal fisico scozzese Peter Higgs per spiegare il fatto che le particelle elementari possiedono una massa? Di che cosa è fatta la materia oscura che costituisce circa il 20% dell'Universo? LHCb cercherà di capire perché c'è così poca antimateria nel nostro Universo, mentre ALICE studierà le caratteristiche di un particolare stato di materia ("plasma di quark e gluoni") che permeava l'Universo primordiale.

📍 Trasporto a destinazione di un componente di ATLAS.

Gianotti, partiamo dalla scienza: che cos'è ATLAS?

È uno dei quattro esperimenti di LHC. L'acceleratore è un grande anello sotterraneo di 27 km nel quale, a regime, circoleranno in senso contrario due fasci di protoni lanciati a velocità prossime a quelle della luce. I due fasci saranno fatti scontrare in quattro punti dell'anello, dove sono stati installati giganteschi rivelatori di particelle che servono a studiare i prodotti delle collisioni. Questi quattro punti, quindi, ospitano altrettanti esperimenti: ATLAS, CMS, ALICE e LHCb.

Qual è il compito di ATLAS?

Innanzitutto, LHC è un acceleratore molto potente e senza precedenti, concepito e realizzato per

Qual è stato il suo percorso per arrivare alla posizione attuale al Cern?

Sono partita da molto lontano: ho frequentato il liceo classico e sono sempre stata appassionata di letteratura, arte e musica (Fabiola Gianotti è diplomata in pianoforte al Conservatorio, NdR). Allo stesso tempo ero affascinata dalle "classiche" domande fondamentali sulla natura dell'uomo o l'origine dell'Universo. Così, ho intuito che lo studio della fisica mi avrebbe permesso di affrontare alcune di queste domande in modo concreto. Mi sono laureata in fisica delle particelle all'Università di Milano e, poco dopo avere conseguito il dottorato in fisica subnucleare, sono diventata ricercatrice nella stessa università. Nel 1994 ho



PUBBLICITÀ APOCALITTICA

Il 10 settembre 2008 erano in molti ad aspettare con il fiato sospeso la prima corsa dei protoni in LHC: non solo scienziati e tecnici, ma anche persone che con acceleratori di particelle, protoni e antimateria non avevano mai avuto a che fare. Salvo temere, a un certo punto, di finire inghiottite in un buco nero. Delle tante previsioni apocalittiche che hanno accompagnato LHC fin dalla sua progettazione, l'ultima risaliva ad agosto, quando alcuni ricercatori esterni al Cern avevano chiesto alla Corte europea per i diritti umani di impedirne l'avvio. Motivo: il rischio che le collisioni tra protoni generassero dei micro buchi neri in grado di assorbire la Terra. Giornali e servizi tv si sono riempiti di titoli da fine del mondo, ma nel giro di qualche giorno la Corte europea ha dato ragione ai rapporti sulla sicurezza del Cern, qualcuno ha premuto il pulsante d'avvio e... la Terra è ancora qui. «Come era prevedibile», dicono al Cern con una punta di insofferenza per i "soliti" giornalisti, che hanno dedicato troppo spazio a una notizia senza reali fondamenti scientifici. Eppure, secondo alcuni non è stata tutta pubblicità negativa: senza la preoccupazione "millenaristica", di LHC non si sarebbe parlato così tanto. Può essere frustrante che lo si sia fatto per ragioni così poco scientifiche, ma è indubbio che l'ipotesi "buco nero" abbia costretto molti a confrontarsi, magari per la prima volta, con una materia tanto astratta e imponderabile come la fisica delle particelle. E abbia anche obbligato i ricercatori a qualche sforzo in più per far capire a tutti il significato e l'importanza del loro lavoro.





È straordinario condividere gli stessi obiettivi (e gli stessi sogni) con persone così diverse per formazione, cultura, tradizioni

ottenuto una borsa di studio del Cern e qualche anno dopo ho vinto un concorso per un posto permanente di ricercatore al Cern, per cui mi sono trasferita definitivamente a Ginevra. Ho iniziato subito a occuparmi di LHC, con una parentesi – tra il 1996 e il 2001 – in ALEPH, uno degli esperimenti effettuati all'acceleratore LEP, il predecessore di LHC.

Oggi di che cosa si occupa esattamente?

Attualmente sono vice-coordinatrice dell'esperimento ATLAS, di cui diventerò coordinatrice a marzo. All'esperimento partecipano 2500 scienziati di 170 università appartenenti a 39 Paesi dei cinque continenti (compresi circa 200 fisici italiani provenienti da varie università e dall'Infn, Istituto nazionale di fisica nucleare). Il mio compito è quello di contribuire a stabilire il programma di lavoro dell'esperimento e a fare in modo che tutte le componenti di ATLAS, dal rivelatore agli strumenti di calcolo, siano pronte a registrare i dati che verranno prodotti dagli scontri dei fasci di protoni, permettendone l'analisi da parte di scienziati distribuiti in tutto il pianeta. Si tratta di un lavoro manageriale che mi permette però di affrontare ogni giorno questioni scientifiche. Un aspetto importante dell'attività è far sì che tutti lavorino in modo armonioso e sincronizzato: perché tutto funzioni, ciascuno deve svolgere il compito che gli è stato affidato nei tempi e nei modi stabiliti. Dal punto di vista umano è un'avventura molto ricca e intensa. È davvero straordinario condividere gli stessi obiettivi (e gli stessi sogni) con persone così diverse per formazione, cultura, tradizioni.

POLITICA E ALTA FINANZA

Se oggi LHC esiste è merito anche di una straordinaria impresa diplomatica e finanziaria. Per la natura degli obiettivi e i costi, infatti, il progetto poteva prendere vita solo su scala globale, ma la partecipazione di Paesi con interessi, storia e problemi molto diversi ha imposto un delicatissimo compito di mediazione internazionale.

All'inizio, per esempio, si è trattato di convincere a partecipare gli Stati Uniti, che avevano già in programma un altro acceleratore ancora più potente (SSC, poi abbandonato). Altri Paesi esterni al Cern come India, Giappone e Russia, hanno richiesto continue garanzie del fatto che i loro contributi sarebbero serviti ad accelerare e ottimizzare il progetto, ma non a ridurre quelli dei Paesi membri. Germania e Gran Bretagna hanno sempre ritenuto il progetto troppo costoso e nel 1996 la Germania – nel pieno del processo di riunificazione seguito alla caduta del muro di Berlino – ha richiesto una significativa riduzione del proprio contributo. Una contrazione di budget a cui si è riusciti a far fronte con varie misure straordinarie, come la riduzione per un anno degli stipendi dei dipendenti del Cern.

Solo l'impegno da ambasciatori e *fund raiser* dei responsabili del Cern ha permesso di superare anche l'ostacolo più grande: l'incremento complessivo del 20% del costo della macchina rispetto alle previsioni fatte nel 1993.

I numeri di ATLAS ci dicono che è cambiato qualcosa nel mondo della fisica: i piccoli gruppi di ricerca non bastano più?

Dipende dai settori. La fisica delle particelle – come anche la fisica spaziale – diventa sempre più una scienza globale. Gli obiettivi di LHC sono estremamente ambiziosi e richiedono strumenti potenti, complessi e avanzatissimi. Per realizzare LHC è stato necessario inventare e sviluppare nuovi concetti e nuove tecnologie in settori molto diversi: dall'elettronica, alla criogenia (LHC lavora a una temperatura prossima allo zero assoluto), al trattamento e distribuzione di dati. Tutto ciò richiede mezzi umani, intellettuali e finanziari che non sono alla portata di pochi fisici, ma neppure di pochi laboratori o di pochi Paesi. LHC, con i suoi 7000 scienziati provenienti dai cinque continenti, è uno straordinario esempio di collaborazione mondiale e di *big science*.

Tanto più che il Cern ha nel suo statuto una vocazione alla cooperazione...

Certo! Il Cern è nato nel 1954 per volontà di 12 Paesi europei, con due obiettivi principali: ridare prestigio alla scienza europea dopo la guerra e promuovere la cooperazione tra Paesi in modo da mitigare le tensioni della guerra fredda. Una missione che è stata poi estesa al resto del mondo, facendo della ricerca in fisica delle particelle non solo un atto scientifico ma in qualche modo anche un atto politico. Quindi: non solo al Cern si lavora fianco a fianco con colleghi di tutto il mondo, ma si ha anche la consapevolezza di offrire l'opportunità di fare ricerca ad altissimi livelli a ottimi scienziati

📍 Il centro di calcolo del Cern. LHC genererà un'impressionante massa di dati, sufficiente a riempire una pila di CD alta 20 km. La prospettiva ha già costretto a ideare un nuovo modo di usare i calcolatori: Grid (l'Internet del futuro), una rete vastissima e indistinta di computer disseminati in tutto il pianeta.



© CERN

↑ I tecnici hanno a disposizione diversi mezzi di trasporto per muoversi lungo i 27 km dell'anello.

Abbiamo a che fare con oggetti senza precedenti, costituiti da migliaia di componenti di altissima tecnologia: qualche problema è da mettere in conto

ACCELERATORI TERAPEUTICI

Gli acceleratori di particelle non servono solo a studiare la struttura della materia. A Pavia, per esempio, sta partendo l'attività del Cnao, Centro nazionale di adroterapia oncologica, nato dalla collaborazione tra l'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn) e la Fondazione Cnao per la cura di diversi tipi di tumori resistenti alla radioterapia. «Si tratta di un acceleratore che emette protoni o ioni di carbonio (adroni) che riescono a penetrare in profondità nei tessuti dell'organismo», spiega Claudio Sanelli, responsabile della partecipazione Infn al progetto Cnao. Una volta a destinazione, le particelle uccidono le cellule tumorali provocando la rottura della doppia elica del DNA. Oltre a essere un progetto terapeutico d'avanguardia, al quale si stanno ispirando anche altri Paesi, Cnao è un magnifico esempio di ricadute applicative della ricerca di base. «La ricerca nel settore della fisica fondamentale si basa sulla formulazione di previsioni teoriche che devono essere sottoposte a verifiche sperimentali, per le quali occorrono in genere soluzioni tecnologiche innovative. In meccanica, in elettronica, in informatica, occorre mettere a punto nuovi materiali e processi che spesso trovano importanti applicazioni in ambiti molto distanti dalla ricerca di base», racconta Sanelli.

Proprio per questo, i grandi istituti di ricerca, come il Cern, sono dotati di strutture di "trasferimento tecnologico", in cui ricercatori e tecnici si occupano di mettere a disposizione dell'industria le nuove conoscenze sviluppate. Nella fondamentale convinzione che la scienza non sia proprietà esclusiva di alcuni, ma un bene di tutti e di cui tutti devono beneficiare.



IN RETE!

Didattica al Cern

Sezione del sito del Cern dedicata ai docenti.
<http://education.web.cern.ch/education/Chapter2/Teaching/PP.html>

Giocare con LHC

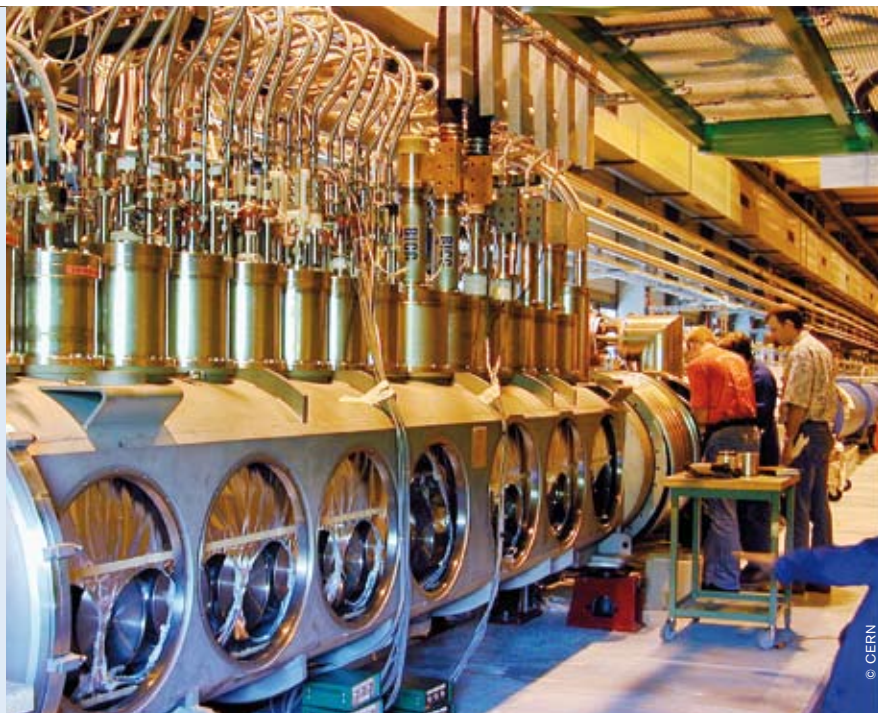
Un'accurata simulazione interattiva per capire come funziona un acceleratore di particelle.
<http://microcosm.web.cern.ch/microcosm/LHCGame/LHCGame.html>

Partecipare all'impresa

Sito del progetto *LHC at home*: basta possedere un computer collegato a Internet per partecipare all'elaborazione dei dati, mettendo a disposizione la capacità di calcolo del proprio computer.
<http://lhathome.cern.ch/lhathome>

Fisica in musica

Sito web della prima e unica rock band "ad alta energia", con video e mp3 di brani che parlano di acceleratori, quark, antimateria e web.
<http://musicclub.web.cern.ch/MusiClub/bands/cernettes>



© CERN

provenienti da Paesi che, storicamente, sono stati un po' alla periferia della fisica sperimentale delle particelle, come il Pakistan, l'India o il Marocco.

Le ha mai pesato, nel corso della sua carriera, il fatto di essere donna?

No: essere donna al Cern non è un ostacolo o un fattore discriminante. E non può che essere così, in un posto che ha abolito le differenze dal principio, in cui si incontrano scienziati dei cinque continenti e in cui premi Nobel lavorano insieme a giovani ricercatori.

Nelle immagini che, sui giornali o in Tv, hanno accompagnato i servizi su LHC, si sono viste all'opera numerose giovani donne. Quanto è presente la componente femminile in LHC?

In realtà non ancora quanto sarebbe auspicabile: solo il 10-15% dei ricercatori sono donne. Però è vero che qualcosa sta cambiando: negli ultimi anni l'interesse delle ragazze per la fisica delle alte energie è molto aumentato. Spero che questa tendenza continui a crescere nei prossimi anni!

LHC è stato "acceso" per la prima volta il 10 settembre scorso e il 19 settembre un guasto ha imposto un blocco dei lavori per alcuni mesi. Come ha vissuto questi due momenti?

L'iniezione dei primi fasci di protoni nell'anello è

stata un momento davvero eccitante, perché ha dato il via a un progetto cominciato più di 15 anni fa. Il 10 settembre ha segnato la fine di un lungo e difficile periodo di costruzione e l'inizio della fase più entusiasmante della raccolta e dell'analisi dei dati. I primi "giri" dei fasci sono andati benissimo, al di là delle aspettative e anche per questo il guasto è stato una doccia fredda e ha generato grande delusione. Del resto, abbiamo a che fare con oggetti e strumenti senza precedenti, costituiti da migliaia di componenti di altissima tecnologia: qualche problema nella fase di collaudo è da mettere in conto. Ora, si tratta solo di pazientare ancora qualche mese: per un progetto a cui si lavora da 15 anni e che produrrà risultati scientifici di altissimo livello per altrettanti non è un dramma.

L'idea di LHC è nata alla fine degli anni Settanta, quando era appena stato concepito il suo predecessore LEP (Large Electron-Positron Collider). Anche adesso si sta già pensando al futuro?

In effetti una direzione c'è già, ed è quella di puntare alla costruzione di un acceleratore elettrone-positrone, una macchina di grandissima precisione che permetterebbe di raffinare e approfondire le nuove conoscenze acquisite con LHC. Indicazioni più precise su come procedere davvero dovranno venire proprio dai risultati di LHC. ➔

➔ **Alcune componenti del sistema di criogenia (cioè di raffreddamento) di LHC. L'acceleratore deve sempre essere mantenuto a -270°C perché i fasci di protoni viaggino bene. La ricerca sui sistemi di raffreddamento di LHC ha portato a importanti ricadute nel settore della criogenia per l'industria.**



VALENTINA MURELLI

è giornalista e redattrice scientifica free lance. Collabora con varie testate tra cui "Le Scienze", "Mente e Cervello" e "L'Espresso".