



NEWSLETTER 74

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INTERVISTA



LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI: DALLA FISICA DELLE ALTE ENERGIE ALLA RICERCA INTERDISCIPLINARE

Intervista a Fabio Bossi, dirigente di ricerca INFN, già direttore della sezione INFN di Lecce, direttore neoeletto dei Laboratori Nazionali di Frascati, p. 2

NEWS

RICERCA

■ L'INFN NEL PROGETTO STATUNITENSE DA 115 MILIONI DI DOLLARI PER IL QUANTUM COMPUTING, p. 5

■ CMS E ATLAS ANNUNCIANO NUOVI RISULTATI SULLE PROPRIETÀ DEL BOSONE DI HIGGS, p. 6

■ ATLAS OSSERVA UN FENOMENO RARO CON PROMETTENTI SVILUPPI PER IL FUTURO DI LHC, p. 7

FOCUS



L'ESPERIMENTO NA62 AL CERN METTE ALLE STRETTE UN PROCESSO RARISSIMO, p. 8

» INTERVISTA



LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI: DALLA FISICA DELLE ALTE ENERGIE ALLA RICERCA INTERDISCIPLINARE

Intervista a Fabio Bossi, dirigente di ricerca INFN, già direttore della sezione INFN di Lecce, direttore neoeletto dei Laboratori Nazionali di Frascati.

Primo, in termini di dimensioni e di età, dei quattro laboratori Nazionali dell'INFN, il complesso dei Laboratori Nazionali di Frascati ha assunto fin dagli esordi il ruolo di apripista per la ricerca con i collisori di particelle nel mondo, con i pionieristici Ada e Adone, gettando inoltre il seme per lo sviluppo dei grandi collisori del CERN di Ginevra, che ha visto la posa della prima pietra negli stessi anni. Dal 2000 i LNF ospitano DAΦNE, il collisore, tuttora in funzione, che detiene il record mondiale di luminosità istantanea a bassa energia.

Le competenze tecniche e scientifiche dei LNF nel campo degli acceleratori sono uniche in Italia e competitive in Europa. Grazie all'ampio spettro delle capacità messe in campo per perseguire gli obiettivi di fisica fondamentale, sono cresciute attività complementari alla ricerca in fisica delle alte energie, tra cui lo studio della materia condensata, lo studio di nuovi rivelatori, le applicazioni mediche e spaziali, la dosimetria delle radiazioni e il controllo ambientale, la gestione di reti informatiche e la costruzione di centri di calcolo avanzato. Sono inoltre parti vitali dei Laboratori il laser a elettroni liberi SPARC, costruito in collaborazione con ENEA e CNR, e il laser di altissima potenza FLAME per lo studio di tecniche innovative per l'accelerazione di particelle.

Fabio Bossi, dirigente di ricerca dell'INFN, già direttore della sezione INFN di Lecce, è stato eletto a giugno nuovo direttore dei Laboratori Nazionali di Frascati, direzione di cui raccoglie il testimone da Pierluigi Campana che ha guidato la struttura dal 2015 e che a inizio 2020 è stato nominato membro vigilante del MIUR nella Giunta Esecutiva dell'ente.

Fabio Bossi, romano, è un fisico sperimentale delle particelle elementari. Ha lavorato al CERN e ai LNF, su esperimenti di collisione elettrone-positrone. Si è occupato, tra l'altro, di misure di precisione del Modello Standard, di fisica del flavour e di ricerca di materia oscura leggera. È stato responsabile della collaborazione KLOE-2 all'acceleratore Dafne dei LNF, e responsabile della Divisione Ricerca degli stessi Laboratori. Gli abbiamo chiesto di raccontarci come immagina, da neodirettore, i LNF nel prossimo futuro.

» INTERVISTA

Come vive il passaggio dalla direzione della sezione INFN di Lecce alla direzione del più grande dei laboratori dell'INFN?

Al di là dell'aspetto umano, che è stato straordinario, il quadriennio leccese è stato per me una palestra eccellente per comprendere molti aspetti della gestione dell'Istituto che mi erano solo parzialmente noti. Certamente il salto verso i LNF è una grande sfida non solo a causa delle dimensioni della struttura, ma anche perché dirigere un Laboratorio Nazionale significa indirizzarne e supervisionarne la produzione scientifica mantenendola su standard di qualità i più alti possibile. I LNF, poi, svolgono un ruolo centrale nell'INFN, perché sono portatori di competenze, in alcuni casi uniche, nell'Ente e che in nessun caso devono essere disperse. Dirigerli, dunque, è una grande responsabilità.

La tradizione storica dei LNF è un'eredità importante. Come è possibile valorizzare al meglio le competenze uniche che animano i laboratori, proiettandone le qualità nel prossimo futuro? Attraverso quali sfide scientifiche e tecnologiche?

La nostra disciplina, la fisica delle particelle, sta vivendo un momento di svolta epocale. Abbiamo bisogno di compiere un salto concettuale e tecnologico nella nostra capacità di accelerare particelle a energie sempre più alte. Abbiamo bisogno anche di costruire rivelatori più raffinati per rivelare fenomeni ancora oggi misteriosi. I LNF hanno in sé le competenze necessarie per affrontare da protagonisti queste sfide. Hanno anche dei programmi di sviluppo molto ambiziosi in questi campi, penso soprattutto, ma non esclusivamente, a Eupraxia (European Plasma Research Accelerator with eXcellence In Applications) il progetto europeo per lo sviluppo di un acceleratore al plasma. Al di là delle questioni tecniche, ritengo però che il successo nello sviluppo di strumenti e tecnologie innovativi sia fortemente legato alla nostra capacità di formare e far crescere una nuova generazione di ricercatori, ingegneri, tecnici e personale con competenze amministrative e gestionali che dovranno gestire i nuovi sviluppi della ricerca negli anni a venire. Credo che investire sulle giovani generazioni sia un compito strategico fondamentale.

All'inizio della sua carriera immaginava gli ultimi anni, con la scoperta del bosone di Higgs al Cern, anche grazie a moltissimi ricercatori dei LNF, e la scoperta delle onde gravitazionali nella cui ricerca i LNF hanno avuto un ruolo importante dagli anni '80 con l'esperimento Nautilus? Si apre ora un nuovo percorso di ricerca, forse meno segnato del precedente...

Quando si è giovani si è sempre ottimisti e pieni di speranza. Quindi devo dire di sì, lo immaginavo e lo speravo. Anzi devo ammettere che speravo che si potesse aprire una finestra ancora più importante sulla Nuova Fisica, oltre il Modello Standard. Abbiamo imparato che questa sfida è più impegnativa di quanto

» INTERVISTA

prevedessimo allora ma, come è noto, i fisici non si danno mai per vinti e dunque mi aspetto che gli anni futuri saranno altrettanto appassionanti e pieni di bei risultati come quelli passati.

Lei è stato per diversi anni portavoce della collaborazione KLOE-2 ai LNF contribuendo a pubblicazioni sulla ricerca dei fotoni oscuri, particelle potenzialmente connesse alla materia oscura. In questo contesto è tra i fondatori della collaborazione PADME ai LNF per la ricerca di fotoni oscuri e materia oscura leggera. Di che cosa si tratta?

Quale sia la natura della materia oscura è sicuramente uno dei misteri irrisolti della fisica. Ad oggi non abbiamo alcuna indicazione certa in merito, ma possiamo solo avanzare delle ragionevoli ipotesi da testare sperimentalmente. Una di queste ipotesi prevede che la materia oscura sia sottoposta a un nuovo tipo di interazione il cui mediatore è simile al fotone dell'elettromagnetismo ma è dotato di massa, sia pur piccola: il fotone oscuro. Tale particella può essere prodotta in collisioni elettrone-positrone ad energie relativamente basse, come quelle ottenibili con gli acceleratori in dotazione ai LNF. Quando, una decina di anni fa, assieme ad altri colleghi, ci siamo resi conto che il nostro laboratorio poteva rendersi protagonista di questa ricerca ci siamo buttati a capofitto nell'impresa e abbiamo prodotto e pubblicato una serie di lavori sperimentali. Purtroppo ad oggi non abbiamo ottenuto alcuna evidenza dell'esistenza di questa particella, ma si sa, questa è la natura della scienza: cercare non si traduce sempre e necessariamente nel trovare qualcosa, e da questo "non trovare" si possono trarre importanti informazioni.

I LNF hanno avuto un ruolo importante anche nella nascita del CNAO, il centro di adroterapia oncologica di Pavia. Come nasce la vocazione dei LNF nell'ambito della ricerca interdisciplinare e della fisica applicata?

La consapevolezza che la nostra ricerca possa produrre delle ricadute, a volte inaspettate e in ambiti differenti da quelli della ricerca fondamentale, è andata crescendo nel corso degli anni, e una parte di rilievo del nostro programma scientifico è oggi dedicato specificamente a questo tipo di tematiche. Certamente lo sviluppo di acceleratori e rivelatori per l'adroterapia oncologica è una realtà di cui andiamo molto orgogliosi, ma oggi stiamo pensando e costruendo facility che hanno impatto anche in altri ambiti, per esempio nei beni culturali o nell'aerospazio. Inoltre, si stanno aprendo linee di contatto con il mondo dell'impresa, in particolare attraverso i progetti SABINA (Source of Advanced Beam Imaging for Novel Applications) e LATINO (A Laboratory in Advanced Technologies for INnovation) che mirano a trasferire le nostre competenze tecnico-scientifiche verso le industrie regionali e nazionali. Credo che questo circolo virtuoso: "ricerca fondamentale, ricerca applicata, trasferimento all'impresa" sia una chiave interpretativa rilevante per capire il ruolo centrale che svolge l'INFN nello sviluppo del nostro paese. ■



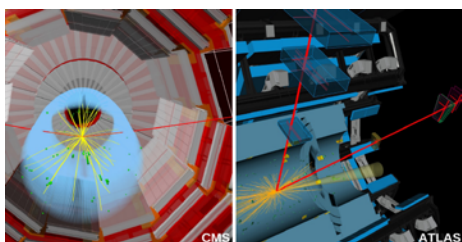
RICERCA

L'INFN NEL PROGETTO STATUNITENSE DA 115 MILIONI DI DOLLARI PER IL QUANTUM COMPUTING

È di 115 milioni di euro il finanziamento destinato dal Department of Energy (DOE) statunitense al *Superconducting Quantum Materials and Systems Center (SQMS)*, con sede al *Fermi National Acceleratory Laboratory (Fermilab)* di Chicago. Guidato da Anna Grassellino, ricercatrice che ha mosso i primi passi all'INFN, il SQMS avrà il compito di sviluppare un computer quantistico all'avanguardia, basato su tecnologie di superconduzione. Unico partner non statunitense e destinatario di un contributo da parte del DOE di circa 1.5 M\$, l'INFN contribuisce al progetto con un *know-how* competitivo a livello mondiale in ambito teorico, nelle tecnologie superconduttive e criogeniche e nello sviluppo di rivelatori. L'impiego dei dispositivi quantistici realizzati da SQMS consentirà all'INFN di sviluppare rivelatori più sensibili per la rivelazione di particelle "esotiche", ad esempio per esperimenti di rivelazione della materia oscura. Grande importanza nell'ambito di SQMS riveste la realizzazione ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN, luogo unico al mondo per la ricerca a bassissima radioattività ambientale, di una *facility* per misure, test e validazione di dispositivi quantistici.

Al centro della corsa americana all'efficienza nel quantum computing, che ha un parallelo in Europa con la *Quantum Flagship di Horizon 2020*, risiede uno dei problemi oggi più urgenti nella scienza dell'informazione quantistica: il tempo di "coerenza quantistica", ovvero il periodo di tempo in cui un qubit, l'elemento base di un computer quantistico, può mantenere le informazioni inalterate. Comprendere e mitigare le fonti di decoerenza, che limitano le prestazioni dei dispositivi quantistici, è fondamentale per l'ingegneria dei computer e dei sensori quantistici di prossima generazione.

Oltre a Fermilab, partecipano al progetto SQMS circa 20 partner, tra i quali l'INFN, più di 80 centri di ricerca, università e aziende americane, oltre a *Rigetti Computing*, una delle più importanti realtà industriali del quantum computing a livello mondiale. ■



RICERCA

CMS E ATLAS ANNUNCIANO NUOVI RISULTATI SULLE PROPRIETÀ DEL BOSONE DI HIGGS

Gli esperimenti CMS e ATLAS del CERN hanno annunciato nuovi risultati che indicano che il bosone di Higgs decade in due muoni: particelle elementari di seconda generazione, simili agli elettroni ma più pesanti. I lavori sono stati presentati alla conferenza internazionale di fisica delle alte energie ICHEP 2020. Dopo la scoperta del bosone di Higgs, annunciata al CERN nel 2012, i fisici hanno studiato questa particella prodotta nelle collisioni dell'acceleratore LHC, attraverso le particelle prodotte dal suo decadimento. In questo caso, i ricercatori di CMS e ATLAS hanno osservato il raro decadimento del bosone di Higgs in due muoni, con una significatività che ha raggiunto per l'esperimento CMS i 3 sigma, lo standard per annunciare una evidenza sperimentale. Ottenuti studiando un fenomeno raro che coinvolge solo un bosone di Higgs su 5000, questi risultati indicano per la prima volta che il bosone di Higgs interagisce con particelle elementari di seconda generazione, in accordo con la previsione del Modello Standard: un risultato che sarà ulteriormente perfezionato con i dati che saranno raccolti nella prossima serie di collisioni. La soglia dell'evidenza sperimentale di questo importante processo è stata raggiunta dall'esperimento CMS anche grazie all'utilizzo di strumenti di *Deep Learning*, ovvero le tecniche sviluppate nel campo dell'Intelligenza Artificiale e comunemente utilizzate dai colossi informatici nei nostri cellulari o nelle auto a guida autonoma. ■

CMS <https://cms.cern/news/cms-sees-evidence-higgs-boson-decaying-muons>

ATLAS <https://atlas.cern/updates/physics-briefing/new-search-rare-higgs-decays-muons>



RICERCA

ATLAS OSSERVA UN FENOMENO RARO CON PROMETTENTI SVILUPPI PER IL FUTURO DI LHC

La collaborazione scientifica ATLAS del CERN ha presentato a inizio agosto alla conferenza internazionale di fisica delle alte energie ICHEP 2020 - tenutasi in forma virtuale da Praga - nuovi risultati che aprono la via a un nuovo modo di usare l'acceleratore LHC come collisore di fotoni di alta energia. L'esperimento ha annunciato la prima osservazione della produzione indotta da fotoni di una coppia di bosoni W particelle mediatrici della forza debole. Si tratta dell'osservazione di un fenomeno molto raro in cui i due fotoni interagiscono tra loro per produrre due bosoni W di carica elettrica opposta, tramite l'interazione diretta di quattro mediatori di due forze diverse, la forza elettromagnetica e la forza debole. Il risultato ha una significatività molto alta, pari a 8,4 sigma, il che esclude la possibilità che sia dovuto a una fluttuazione statistica. Se da un lato quanto osservato da ATLAS, conferma una delle principali previsioni della teoria elettrodebole, dall'altro fornisce un nuovo modo, tramite lo studio delle collisioni di fotoni, per testare il Modello Standard e sondare la Nuova Fisica, al fine di ottenere una più profonda comprensione del nostro universo. L'osservazione della produzione di coppie di bosoni W indotta da fotoni costituisce un ulteriore e fondamentale passo avanti nella nostra comprensione delle interazioni elettrodeboli, dopo la misura nel 2017 del processo di interazione *light-by-light* in cui coppie di fotoni vengono prodotte in interazioni di fotoni.

» FOCUS



L'ESPERIMENTO NA62 AL CERN METTE ALLE STRETTE UN PROCESSO RARISSIMO

Un processo rarissimo è stato osservato con un ottimo livello di confidenza statistica e con una precisione senza precedenti dall'esperimento NA62 al CERN. Si tratta di un decadimento di particelle che vede un kaone carico trasformarsi in un pione carico con un neutrino e un antineutrino. I nuovi risultati sono stati presentati il 28 luglio nel corso dell'*International Conference on High Energy Physics 2020 (ICHEP 2020)* dalla collaborazione di ricercatori che lavorano all'esperimento, di cui fanno parte anche fisici e tecnologi dell'INFN.

Lo studio nel dettaglio di questo processo potrebbe permettere di trovare segnali di Nuova Fisica, ovvero quella fisica che ancora non conosciamo e che potrebbe estendere le nostre attuali teorie. L'obiettivo di NA62, intatti, è scovare in questo processo comportamenti non previsti dal Modello Standard, la teoria che oggi ci fornisce la migliore descrizione del mondo delle particelle elementari e delle loro interazioni. NA62 è un esperimento composto di diversi rivelatori di particelle che utilizza un fascio di protoni estratti dall'acceleratore del CERN *Super Proton Synchrotron* (SPS). I protoni sono fatti collidere su un bersaglio di berillio per generare un intenso fascio secondario con una rilevante percentuale di kaoni, le particelle che sono oggetto di studio dell'esperimento. A differenza degli esperimenti che hanno studiato fino ad oggi questo decadimento raro, come E787 ed E949 del *Brookhaven National Laboratory* negli Stati Uniti, NA62 studia i kaoni "in volo", all'interno di un volume lungo oltre 60 metri, nel quale è stato creato il vuoto. Questo approccio permette di incrementare il numero totale di decadimenti osservabili. Nei dati raccolti nel 2018, ottenuti a partire da oltre due miliardi di miliardi di collisioni di protoni su un bersaglio di berillio, NA62 ha potuto registrare 17 eventi che potrebbero corrispondere a questo particolare decadimento del kaone. Se aggiunti ai tre eventi individuati nei dati raccolti tra il 2016 e il 2017, questi eventi forniscono un livello di confidenza statistica (3,5 sigma) tale da consentire di annunciare l'evidenza di questo rarissimo

» FOCUS

decadimento, che i fisici stanno cercando da oltre 50 anni.

L'analisi dei dati si è rivelata una sfida impegnativa: il segnale deve essere estratto dal mare di eventi che costituiscono il "rumore di fondo", un numero mille miliardi di volte superiore rispetto a quello degli eventi che si vogliono osservare. In questi casi è importante non lasciarsi influenzare dai dati ma definire prima della fase di analisi i criteri con cui analizzarli, basandosi su studi preliminari. È quanto è stato fatto applicando la cosiddetta *blind analysis*: solo dopo aver deciso definitivamente i criteri di analisi i ricercatori hanno osservato i dati e trovato gli eventi di segnale.

La collaborazione NA62, guidata dall'italiana Cristina Lazzeroni dell'Università di Birmingham, coinvolge circa 200 fisici da Europa, Stati Uniti, Canada, Messico e Russia. L'impegno dell'INFN spicca con circa un terzo dei partecipanti: oltre 70 fisici e tecnologi dei Laboratori Nazionali di Frascati e di otto Sezioni INFN - Ferrara, Firenze, Napoli, Perugia, Pisa, Roma1, Roma2 e Torino - contribuiscono in modo decisivo al successo dell'esperimento con importanti responsabilità sia sul rivelatore (con lo sviluppo dell'avanzatissimo sistema di tracciamento del fascio, del sistema di veto per i fondi da fotoni e particelle cariche, e del sistema di individuazione dei pioni) che sul complesso sistema di acquisizione dati dell'esperimento.

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

COORDINAMENTO:

Francesca Scianitti

REDAZIONE

Eleonora Cossi

Francesca Mazzotta

Francesca Scianitti

Antonella Varaschin

GRAFICA:

Francesca Cuicchio

TRADUZIONI:

ALLtrad

ICT SERVICE:

Servizio Infrastrutture e Servizi Informatici Nazionali INFN

COVER

Laboratorio quantistico presso Fermilab. © Fermilab

CONTATTI

Ufficio Comunicazione INFN

comunicazione@presid.infn.it

+ 39 06 6868162

.