

Interviste Newsletter

35 ANNI DI RICERCA AI LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO



Intervista a Ezio

Previtali, professore dell'Università degli Studi di Milano Bicocca e ricercatore dell'INFN, direttore dei laboratori Nazionali del Gran Sasso.

Le celebrazioni per il settantesimo anniversario della fondazione dell'INFN, che si concluderanno a settembre, hanno fornito la cornice ideale all'interno della quale ricordare anche la nascita di molte delle Sezioni e dei Laboratori di cui l'istituto, diffuso su tutto il territorio e ramificato nell'intero sistema universitario nazionale, si compone. Tra le strutture ad aver festeggiato simili traguardi, lo scorso 17 giugno hanno spento 35 candeline i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, (LNGS) realtà scientifica unica nel suo genere e punto di riferimento a livello internazionale per il settore della fisica del neutrino e per la ricerca della materia oscura, nonché centro di sviluppo tecnologico all'avanguardia. Nati alla fine degli anni '70 da un'idea di Antonino Zichichi, all'epoca presidente dell'INFN, i Laboratori Nazionali del Gran Sasso vengono istituiti nel 1986, quando, a fianco del traforo che collega i versanti teramano e aquilano del massiccio del Gran Sasso, giungono a termine i lavori di scavo delle tre sale che ne compongono l'infrastruttura sotterranea. Risale invece al 1987 l'inizio della attività scientifiche del centro. Grazie ai 1400 metri di roccia che li sovrasta, in grado di schermare la radiazione naturale, i laboratori hanno ospitato esperimenti innovativi di elevata sensibilità, come Borexino e OPERA, solo per citare i più noti, protagonisti di risultati fondamentali, come l'individuazione dei principali processi nucleari stellari che hanno luogo nel Sole e l'osservazione dell'oscillazione dei neutrini. Dopo 35 anni di attività e successi, i Laboratori Nazionali del Gran Sasso continuano ad assolvere il loro ruolo di punto di osservazione privilegiato per fenomeni fisici rari, e si preparano oggi ad accogliere, attraverso importanti interventi di manutenzione e aggiornamento, esperimenti di nuova generazione. A coordinare questa entusiasmante fase di transizione, Ezio Previtali, alla guida dei LNGS dal 15 ottobre 2020.

Qual è bilancio delle attività svolte dai Laboratori in questi ultimi due anni e dirci quali sono stati, a suo giudizio, i principali risultati, scientifici e non, raggiunti dall'inizio del suo incarico a oggi?

Al netto dell'ultimo successo ottenuto dall'esperimento BOREXINO (vd. "Borexino ottiene la prima prova sperimentale di come brillano le stelle massive" (<https://home.infn.it/it/comunicati-stampa-full/comunicati-stampa-2020/4198-borexino-ottiene-la-prima-prova-sperimentale-di-come-brillano-le-stelle-massive?highlight=WyJib3JleGlubylslmJvcvV4aW5vJ3MiXQ==>), ndr), c'è stata sicuramente una importante evoluzione degli esperimenti che riguardano la ricerca diretta di materia oscura, come testimonia il recente risultato del rivelatore XENON, che continua a essere di riferimento mondiale per la ricerca in questo settore. Un risultato, quest'ultimo, particolarmente significativo non solo dal punto di vista scientifico, ma anche perché ha dimostrato come i Laboratori, nonostante la pandemia, che ha costretto molti centri di ricerca di altri paesi a rimanere fermi, abbiano avuto la capacità di completare la costruzione dell'esperimento, di effettuare il suo *commissioning* e di farlo partire. Un successo quindi da attribuire sicuramente alla collaborazione Xenon, ma anche alla capacità dei LNGS di saper gestire una situazione non semplice come quella determinata dall'emergenza sanitaria. In parallelo, abbiamo ottenuto risultati rilevanti dall'esperimento GERDA, dedicato all'osservazione del decadimento doppio beta senza neutrini e allo studio delle proprietà del neutrino, che ha completato il suo ciclo di analisi mostrando come le tecnologie sviluppate per l'apparato permettano di ridurre il rumore di fondo a un livello mai raggiunto prima e di ottenere una elevatissima sensibilità, entrambi risultati che saranno di riferimento per il futuro. Un discorso analogo va fatto anche per l'altro esperimento incentrato sul decadimento doppio beta senza neutrini, CUORE, che in questi due anni ha verificato la capacità dei sensori di cui è dotato, i bolometri, di poter realizzare misure sul lungo periodo in modo stabile e continuo. Risultato, anche in questo caso, attribuibile alla collaborazione responsabile di CUORE, ma in cui i Laboratori hanno certamente giocato un ruolo chiave ai fini della messa a punto dell'esperimento.

Un altro punto che vorrei citare per la sua rilevanza tecnica, è che siamo riusciti in questi due anni, pur con la pandemia, a completare tutta una serie di attività che in qualche maniera avevano avuto dei problemi nella loro genesi. Basti pensare a: LUNA MV, dedicato all'astrofisica nucleare, di cui è stato completato il *commissioning* dell'acceleratore a luglio, e che inizierà ad acquisire dati a gennaio; COSINUS, per lo studio della materia oscura, la cui realizzazione è quasi conclusa; e i due esperimenti di dimensioni ridotte VIP e LIME/CYGNUS, dedicati rispettivamente alla materia oscura e alla violazione del principio di esclusione di Pauli, la costruzione dei quali è terminata. L'ultima cosa da aggiungere nel bilancio delle attività di questi due anni è tutta la parte di interventi che riguardano le infrastrutture. Siamo infatti impegnati su una serie di nuove facility: il nuovo laboratorio per le basse radioattività in galleria, STELLA, la cui costruzione dovrebbe partire a breve, l'infrastruttura che ospiterà DARK SIDE, il NOA, Nuova Officina Assergi, una camera pulita, già allestita presso i laboratori esterni, che sarà anch'essa operativa a breve e le installazioni delle nuove stampanti 3D per il laboratorio di additive manufacturing.

Parliamo di futuro. Quali saranno le principali linee di ricerca su cui si concentreranno i laboratori nei prossimi anni?

In proiezione futura, le principali linee di ricerca che saranno seguite, e che vedono già ora impegnati in prima linea i Laboratori, riguardano la materia oscura e il doppio decadimento beta senza neutrini, con l'obiettivo di continuare a mantenere la leadership in entrambi i settori. A tal proposito, ci candidiamo a ospitare due dei tre grandi esperimenti di prossima generazione che saranno espressamente realizzati per l'osservazione del doppio decadimento beta, CUPID e LEGEND 1000, e stiamo inoltre lavorando affinché anche l'evoluzione di

XENON, l'esperimento DARWIN, possa essere realizzato qui. Oltre a ciò, continuiamo a occuparci anche di tematiche di ricerca legate alla biologia e alla geologia. Rispetto a quest'ultima, abbiamo un accordo con l'INGV nell'ambito dello studio degli eventi sismici che prevede l'installazione di una rete di rivelatori underground. Stiamo inoltre discutendo la possibilità di utilizzare e mettere a disposizione le nostre infrastrutture per le esigenze di centri impegnati nelle attività di ricerca e sviluppo nei campi del supercalcolo e del quantum computing. Siamo infine coinvolti anche nel settore aerospaziale, per il quale costruiremo un laboratorio esterno dove lavoreremo con Leonardo e Thales Alenia Space, interessate ad acquisire alcune tecniche di produzione dei materiali da noi adottate.

Dalle sue parole è già emerso come i LNGS siano considerati un centro di sviluppo tecnologico di riferimento internazionale non solo per il mondo della ricerca in fisica, ma anche per le aziende di comparti diversi. Quali sono le competenze per cui i laboratori si distinguono maggiormente?

Per ciò che riguarda la ricerca, inizierei dalla criogenia, la tecnologia del super freddo, poiché credo che in ambito criogenico, almeno nel contesto della fisica delle particelle, i Laboratori rappresentino un riferimento con competenze - sfruttate sia nel campo della ricerca della materia oscura tramite bolometri, sia in quello relativo al doppio decadimento beta - che sono sempre state riconosciute a livello internazionale. L'altro aspetto che contraddistingue i Laboratori, e che ne fa un centro di riferimento, è quello relativo alla misura e alla gestione della radioattività: la capacità di effettuare misure e di sviluppare strumenti per la spettroscopia ci rende infatti leader mondiali in questo settore. A ciò si è agganciata poi tutta l'attività riguardante la spettroscopia di massa, in cui i Laboratori hanno maturato capacità di sviluppo impiegate anche in ambito applicativo. L'altro settore che sta diventando sempre più importante e in cui i Laboratori svolgono un ruolo da protagonisti è lo sviluppo di strumentazione specifica per esperimenti a bassa radioattività. Un caso emblematico è costituito dal lavoro per DarkSide, tra gli esperimenti di punta per lo studio della materia oscura, svolto con la Nuova Officina Assergi. Abbiamo infatti già diverse richieste da parte di altri centri per lavorare sulle strumentazioni e sviluppare altrove altri esperimenti. A contraddistinguerci sul piano internazionale, c'è inoltre l'esperienza nel trattamento dei materiali ultrapuliti.

Per quanto riguarda invece quelli che possiamo definire prodotti indiretti, cioè che non hanno a che vedere con la fisica delle particelle ma sono stati acquisiti come conseguenza della concentrazione nei Laboratori delle competenze sopra citate, c'è sicuramente l'attività di sviluppo delle tecnologie per il calcolo quantistico, per il quale le competenze e le infrastrutture criogeniche e la limitata radioattività garantita dai Laboratori sono indispensabili al fine cercare di migliorare le prestazioni dei qubit aumentando la loro latenza. È proprio in questo ambito che si inserisce l'accordo con il Centro *Superconducting Quantum Materials and Systems* (SQMS) del Fermilab e l'interesse dimostrato da altre realtà internazionali. Da ultimo voglio ricordare la sempre crescente presenza dei Laboratori nel campo dell'*additive manufacturing*, all'interno del quale stiamo portando avanti un'attività pionieristica che prevede l'utilizzo del rame, un materiale non canonico, per la stampa 3D. Uno sviluppo a mio modo di vedere piuttosto interessante, perché l'impiego del rame potrebbe avere vantaggi tecnologicamente rilevanti sia nella produzione di alcune componenti sperimentali, sia in altri ambiti dove il rame è ampiamente diffuso. Per questo motivo stiamo attualmente ampliando il laboratorio di stampa 3D e in attesa di nuove macchine.

Tra i principali esperimenti dei LNGS c'è BOREXINO, che ha terminato la presa dati nell'ottobre del 2021. Quali risultati e primati storici ha raggiunto BOREXINO e quale sarà il futuro dopo BOREXINO?

Dal punto di vista scientifico, BOREXINO ha sicuramente rappresentato una pietra miliare, realizzando una serie di risultati decisivi nel settore dello studio dei neutrini. A mio giudizio, BOREXINO è stato in qualche modo il capitolo che ha chiuso la storia, iniziata 50 anni fa, dell'evoluzione degli esperimenti sui neutrini solari. Ciò non vuol dire ovviamente che le misure dei neutrini solari siano del tutto terminate. Tuttavia, BOREXINO ha fornito e sistemato gli ultimi mattoni che mancavano per arrivare alla comprensione dello spettro dei meccanismi stellari responsabili dell'emissione dei neutrini solari, da ultimo il ciclo CNO, di cui è stata annunciata la prima osservazione da parte della collaborazione dell'esperimento nel novembre 2020. Oltre a questi successi, BOREXINO ha rappresentato un fondamentale traguardo tecnologico: l'esperimento, infatti, nella sua fase finale, ha raggiunto livelli di radiopurezza inizialmente inimmaginabili, che costituiranno una sfida per il futuro, poiché a oggi nessuno sarebbe in grado di raggiungere tali standard. BOREXINO ha chiuso il suo ciclo nell'ottobre 2021 e, durante i primi sei mesi di quest'anno, è stato svuotato dell'idrocarburo impiegato come liquido scintillatore, lo pseudocumene. Per il futuro, i Laboratori realizzeranno esperimenti 'green', non più basati su tecnologie che prevedono l'utilizzo di idrocarburi come scintillatori. L'infrastruttura vuota di BOREXINO rimane una risorsa per i Laboratori e stiamo già lavorando per riconvertirla al fine di ospitare progetti di nuova generazione, quali potrebbero essere LEGEND 1000 o DARWIN. In questo momento non abbiamo una progettualità a breve termine che contempra esperimenti sui neutrini solari: con BOREXINO, e dopo GALLEX e GNO, si chiude l'era dei Laboratori del Gran Sasso come sito rivolto agli studi sui neutrini solari.

Tornando a parlare di futuro, i LNGS sono coinvolti sia in veste di capofila e partner, sia di destinatario diretto di fondi in molti dei progetti finanziati dal PNRR. Ci può raccontare che cosa prevedono e quale sarà il contributo dei laboratori?

Nell'ambito dei fondi destinati alle infrastrutture di ricerca, i finanziamenti già approvati di cui i Laboratori disporranno saranno utilizzati per un sostanziale ammodernamento delle sale sperimentali sotterranee. L'obiettivo strategico degli interventi sarà quello rendere le infrastrutture idonee a ospitare gli esperimenti di nuova generazione. Saranno inoltre effettuati lavori anche sull'infrastruttura esterna di Assergi. Grazie alle nuove risorse, vorremmo anche lavorare in un'ottica sostenibile di rinnovo degli spazi comuni, sviluppando la parte di approvvigionamento elettrico da fonti rinnovabili, ottimizzando la coibentazione dei laboratori esterni e intervenendo sulle sale conferenze e sul *visitor center*. In parallelo a ciò, saremo impegnati con il progetto del nuovo Centro Nazionale per il supercalcolo e il calcolo quantistico, ICSC, promosso e coordinato dall'INFN, nell'ambito del quale sarà finanziato un nodo dedicato ai disastri naturali, che ospiteremo ai LNGS e a cui stiamo già lavorando. A questi principali filoni di finanziamento, dovrebbero poi aggiungersi altri fondi provenienti da due progetti in fase di approvazione: il primo legato al trasferimento tecnologico nell'ambito dell'*additive manufacturing*, che ci permetterà di creare un hub nel quale le aziende esterne o gli utenti interessati possano trovare metodologie di produzione avanzata da un lato, e un luogo dove effettuare la formazione dall'altro; il secondo espressamente destinato alla riconfigurazione dell'infrastruttura di BOREXINO, cui accennavo prima, per l'installazione di un nuovo esperimento.

Quest'anno i LNGS hanno compiuto 35 anni. Un traguardo importante che dimostra il successo del progetto dal punto di vista scientifico internazionale. Quale è invece il ruolo dei laboratori a livello locale e che tipo di rapporti li legano al territorio?

Per quanto riguarda la dimensione territoriale i laboratori sono ben riconoscibili e riconosciuti. L'esperienza maturata negli ultimi due anni mi consente infatti di affermare che mediamente i laboratori, sia a livello delle istituzioni che a livello delle popolazioni locali, sono accettati come una realtà territoriale importante. Ciò dipende, a mio modo di vedere, da quelle funzioni, che i laboratori assolvono, le quali hanno ricadute sul territorio. Le prime riguardano le attività che hanno un impatto diretto derivante dal fatto che siamo sollecitati dalle stesse comunità a fornire dei servizi. Per fare un esempio, siamo molto coinvolti nell'attività di formazione tramite accordi con scuole aquilane e teramane di vario ordine e grado, a cui forniamo un supporto sia scientifico che di formazione in senso stretto. Un impegno che produce vantaggi di diversa natura, perché ci consente da un lato di interagire con il territorio, coinvolgendo e formando quei giovani che sono interessati a lavorare con noi, e dall'altro di fornire aiuto alle scuole che ne fanno richiesta. A tal proposito, nel solo anno passato abbiamo sottoscritto moltissime convenzioni, e oggi lavoriamo attivamente con diverse scuole. In un contesto che possiamo definire più istituzionale, da quanto ho potuto riscontrare, viene invece riconosciuta ai laboratori la capacità di essere propositivi sul piano progettuale. Veniamo infatti contattati spesso dal territorio, con richieste che arrivano anche dal Molise e dalle Marche, per essere parte attiva in processi di sviluppo in vari settori, fornendo, per esempio, supporto ad aziende in ambito elettronico. Da ultimo, basandomi sulla recente esperienza inerente la Perdonanza, un evento con grande valore simbolico, non solo religioso per l'aquila e gli aquilani, posso affermare che i laboratori vengono classificati come una realtà importante del territorio. I laboratori partecipano infatti in forma attiva alla sfilata della Perdonanza, a fianco delle altre realtà scientifiche e culturali del territorio come le università.