DICEMBRE 2019

NEWSLETTER 66

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INTERVISTA

BIG DATA E SALUTE: UN DIALOGO PROMETTENTE PER LA MEDICINA DEL FUTURO *Intervista a Michele Stasi, presidente dell'Associazione Italiana Fisica Medica (AIFM) e direttore della struttura complessa di fisica sanitaria dell'Azienda Ospedaliera Ordine Mauriziano di Torino, pag. 2*

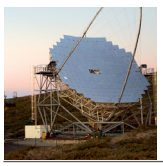
NEWS

RICERCA
LA PRIMA SORGENTE GAMMA DI LST-1, p. 6
FERMI OSSERVA UN ALONE INTORNO ALLA PULSAR GEMINGA, p. 7

INFRASTRUTTURE DI RICERCA
LHC RIPARTE NEL MAGGIO 2021, p. 8

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI
INAUGURATA LA FORESTERIA DI SESAME CON IL CONTRIBUTO DELL'ITALIA, p. 9

FOCUS



MAGIC APRE UNA NUOVA ERA NELL'ASTRONOMIA GAMMA, p. 10

» INTERVISTA

BIG DATA E SALUTE: UN DIALOGO PROMETTENTE PER LA MEDICINA DEL FUTURO

Intervista a Michele Stasi, presidente dell'Associazione Italiana Fisica Medica (AIFM) e direttore della struttura complessa di fisica sanitaria dell'Azienda Ospedaliera Ordine Mauriziano di Torino

Il 12 dicembre AIFM e INFN hanno organizzato il convegno "Big data e Salute nelle prospettive del Tecnopolo di Bologna" con l'obiettivo di discutere con approccio multidisciplinare e territoriale il tema dell'impatto che i big data avranno sulla medicina del futuro, e confrontarsi sulle sfide legate all'analisi e alla gestione di questa preziosa miniera digitale di informazioni. Il convegno è stato una prima occasione di discussione e confronto tra esperti provenienti da comunità di ricerca e istituzioni che operano nel campo dei big data e dell'AI (Artificial Intelligence), portatori di competenze e tecnologie cruciali per costruire una nuova alleanza digitale per la salute pubblica. La scelta di organizzare il convegno in Emilia Romagna nasce da un'unicità che caratterizza questa regione: il futuro Tecnopolo di Bologna, infatti, sarà uno degli otto centri selezionati dall'Unione Europea, e l'unico in Italia, per ospitare un computer di classe pre-exascale, un supercomputer con elevatissime capacità di calcolo. Un progetto che vede un investimento complessivo di circa 240 milioni di euro per l'Italia e di circa 900 milioni a livello europeo e a cui l'INFN potrà dare un contributo fondamentale grazie all'esperienza decennale nella gestione e nell'analisi, anche con tecniche di machine learning, di big data accessibili tramite efficienti piattaforme cloud. Abbiamo raggiunto Miche Stasi al Centro Oncologico ed Ematologico Reggio Emilia (CORE), sede del convegno.

AIFM e INFN hanno recentemente firmato un accordo di collaborazione, di che cosa si tratta e quali sono gli obiettivi?

Si tratta di un accordo di collaborazione a lungo termine che nasce proprio dall'esigenza di dare una prima risposta a un sistema sanità che sarà in futuro sempre più multidisciplinare e multiprofessionale, e questo di Reggio Emilia è il primo evento realizzato nell'ambito di questo accordo. L'obiettivo è far fronte, insieme con le società scientifiche di area radiologica, alle nuove sfide di una medicina sempre più personalizzata, e in cui l'innovazione tecnologica e l'intelligenza artificiale saranno protagonisti. Da

» INTERVISTA

questo contesto nasce l'idea di unire le competenze dei ricercatori INFN e le infrastrutture di calcolo a loro disposizione (come il futuro Tecnopolo di Bologna), con le strutture di fisica sanitaria e medica in cui è presente AIFM, che sono ramificate su tutto il territorio nazionale valorizzando, inoltre, sia il *know how* di trasferimento tecnologico dei fisici medici, sia la cruciale possibilità di utilizzo delle tecnologie sanitarie.

Quali sono i progressi recenti più significativi della fisica medica e quali le prospettive più interessanti che si stanno aprendo per i prossimi anni, in particolare in riferimento al tema dei big data?

Le applicazioni della fisica alla medicina sono state fondamentali, a partire dalla fine del 1800, con la scoperta dei raggi X e del tubo radiogeno da parte di Roentgen, della della radioattività di Marie Curie e Bequerel e, successivamente, con i premi Nobel per l'invenzione della TAC e della Risonanza Magnetica. Sicuramente negli ultimi anni il trasferimento tecnologico più importante dal mondo della ricerca fondamentale alla clinica è stato quello degli acceleratori lineari che, dalla ricerca di base in fisica delle particelle, hanno poi trovato applicazione in radioterapia e in adroterapia, dove l'esempio del CNAO di Pavia rappresenta il punto massimo di integrazione tra ricerca e clinica degli ultimi anni. Il futuro è quello da cui siamo partiti in quest'intervista: i big data e l'Intelligenza Artificiale sono strumenti ormai fondamentali per studiare lo stato di salute degli individui e definire percorsi assistenziali personalizzati. Le tecniche di apprendimento automatico (*machine e deep learning*), permettono, infatti, di riconoscere pattern o relazioni causali tra fenomeni o tra dati sanitari degli individui, fornendo così nuove conoscenze utili per produrre dei modelli di previsione. Queste tecniche sfruttano la capacità dei computer di gestire enormi quantità di dati e di adottare ragionamenti tipici della mente umana, mostrandosi capaci ad esempio di estrapolare da conoscenze precedenti le linee guida da adottare per risolvere nuovi problemi. Questi nuovi processi però devono essere governati, verificati, validati e ottimizzati. In questo contesto la collaborazione tra INFN e AIFM è un tassello fondamentale.

"Big data e salute" è un tema con applicazioni promettenti in numerosi settori della biomedicina, dalla biologia molecolare alla genomica, dall'oncologia alla immunoterapia, dalla radiologia alla radioterapia di precisione. A che punto siamo e quali sono le sfide da affrontare?

Sono innumerevoli le applicazioni e i sistemi basati sui big data e sull'intelligenza artificiale che vengono utilizzati in molti settori della medicina soprattutto nel campo della diagnostica e il processo d'inserimento di sistemi di machine learnig o deep learning nella salute è più che mai in corso. Basti pensare che quest'anno al congresso americano di radiologia medica (RSNA) erano presenti oltre 160

» INTERVISTA

aziende che si occupano di intelligenza artificiale. Certo rimangono ancora molti problemi da risolvere, inclusi quelli di tipo etico, ma sicuramente, per quel che riguarda la gestione di big data, il problema principale da affrontare è quello della privacy e della corretta applicazione del nuovo Regolamento sulla protezione dei dati (GDPR) in questo contesto.

Tornando alla fisica medica, ci racconta di che cosa si occupa AIFM e quali sono i temi che caratterizzano il lavoro dell'associazione? Perché è importante che esista un'associazione per questa figura professionale?

L'Associazione Italiana di Fisica Medica (AIFM) rappresenta sul piano scientifico e professionale gli specialisti in fisica medica che lavorano nel campo della salute, sia come dipendenti di strutture ospedaliere sia come liberi professionisti, ma anche i fisici che si occupano di fisica medica nel campo della ricerca, insegnamento universitario e industria. Parliamo di una comunità di circa 1200 fisici. AIFM è l'unica società scientifica di riferimento, riconosciuta dal Ministero della Salute, per i fisici medici ai sensi del D. Lgs. 24/17 (legge Gelli). Per questo motivo può partecipare alla scrittura di linee guida che rappresentano la good practice anche ai fine della responsabilità professionale. AIFM è anche provider nazionale per la formazione continua in medicina (ECM), sia per corsi residenziali sia per corsi FAD, e con la sua scuola superiore di fisica in medicina e con la scuola di radioprotezione, organizza oltre 15 corsi di formazione annui indirizzati ai fisici medici.

Come è cambiata la professione negli ultimi decenni?

È cambiata moltissimo e molto ancora cambierà nel futuro. Le strutture di fisica sanitaria in Italia (e non solo), sono nate per gestire le problematiche di radioprotezione dei lavoratori e dei pazienti dovute all'impiego di radiazioni ionizzanti. Per molti anni il fisico medico è stato identificato come il fisico della radioterapia o l'esperto qualificato. Oggi è una figura professionale sanitaria che lavora a 360 gradi con tutte le radiazioni, con la tecnologia a supporto dei clinici ma soprattutto dà il suo contributo fondamentale alla prevenzione, alla qualità e alla sicurezza in una medicina sempre più personalizzata. In sintesi possiamo affermare che è cambiato il paradigma: da una fisica in medicina (con al centro la tecnologia) a una fisica per la medicina (con al centro la persona).

E l'Italia come si colloca rispetto agli altri paesi europei?

L'Italia è a primi posti in Europa per la formazione di base e continua, l'applicazione alla diagnostica e terapia, per il ruolo scientifico e nella ricerca e anche in termini di consistenza della comunità. A riprova di ciò, basti pensare che l'Italia ospiterà il prossimo anno, dal 23 al 26 settembre 2020, a Torino, il terzo

» INTERVISTA

congresso europeo di fisica medica (ECMP III) congiuntamente al XI Congresso Nazionale AIFM.

Qual è il percorso da seguire per una carriera in fisica medica e quali gli sbocchi professionali più promettenti?

Per diventare professionisti in fisica medica il percorso è piuttosto lungo: cinque anni per la laurea magistrale, seguiti da tre anni di specializzazione in fisica medica (spesso non retribuiti). Lo sbocco principale è l'assunzione nel Sistema Sanitario Nazionale (SSN) pubblico e privato come dirigente fisico. In questo periodo c'è molta richiesta nel mercato del lavoro in questo settore e in alcune regioni, infatti, la domanda è superiore all'offerta, con concorsi andati inevasi, in particolare per le posizioni a tempo determinato. Il mio invito ai ragazzi e alle ragazze è di scegliere questa professione per diversi motivi: prima di tutto si lavora come fisici, o meglio fisici a servizio dei pazienti, in secondo luogo c'è richiesta nel mercato del lavoro e, infine, è una professione ben remunerata. ■

RICERCA

LA PRIMA SORGENTE GAMMA DI LST-1

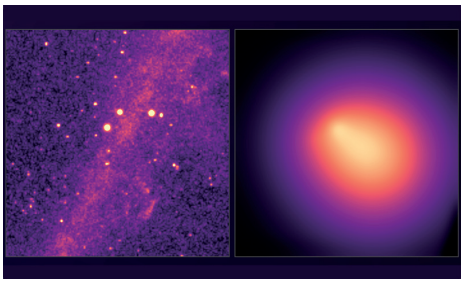
LST-1, il primo grande telescopio del Cherenkov Telescope Array (CTA) inaugurato nell'ottobre 2018 sull'Isola di La Palma, alle Canarie, ha rivelato il 23 novembre la sua prima sorgente gamma puntando la famosa Nebulosa del Granchio, considerata la “candela standard” dell'astrofisica delle alte energie. Si tratta della prima rilevazione da parte di LST-1 di una reale sorgente a raggi gamma, dopo la “prima luce” rivelata dal telescopio la sera tra il 14 e il 15 dicembre 2018. Già dalle prime analisi dei dati raccolti è stato possibile evidenziare in questo secondo evento un chiaro segnale di fotoni di alta energia (tra 20 e 200 GeV) provenienti dalla Nebulosa del Granchio.

Dopo aver sviluppato e raffinato gli strumenti di analisi, per più di un anno, su simulazioni Monte Carlo, questo risultato conferma che lo strumento e la catena di analisi, cui l'INFN ha contribuito in maniera significativa, funzionano correttamente e sono in grado di fornire i primi risultati scientifici.

LST-1 è il primo dei quattro telescopi di grandi dimensioni (Large Size Telescopes), che saranno presenti nei due siti osservativi di CTA, situati nei due emisferi, l’uno sull'isola di La Palma (Canarie, Spagna) e l’altro nei pressi del sito ESO del Paranal in Cile.

I telescopi LST saranno fondamentali per rivelare i raggi gamma di alta energia e, grazie anche alla loro capacità di puntamento rapido, studieranno le sorgenti più deboli e più distanti e i fenomeni transienti, in particolare i lampi gamma (*gamma-ray bursts*).

Questo primo risultato è stato ottenuto anche grazie al forte contributo dell'INFN e delle diverse Università italiane impegnate nel progetto CTA che, sebbene ancora in fase di completamento, con questo successo di LST-1 compie un importante passo avanti verso la raccolta dei primi dati scientifici. ■



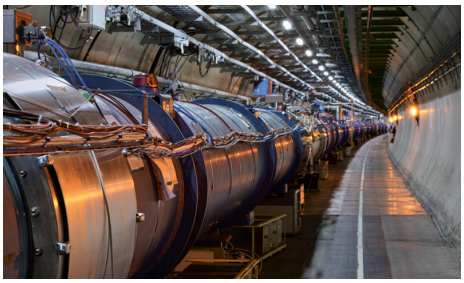
RICERCA

FERMI OSSERVA UN ALONE INTORNO ALLA PULSAR GEMINGA

A 815 anni luce da noi, intorno alla pulsar Geminga, c'è un debole e diffuso alone di raggi gamma che potrebbe risolvere un enigma lungo più di 10 anni. È quanto emerge da un nuovo studio che si basa sui dati registrati dal telescopio satellitare per raggi gamma Fermi, pubblicato lo scorso 17 dicembre su *Physical Review D*, e frutto di una collaborazione tra ricercatori del Goddard Space Flight Center della NASA, dell'INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e dell'Università di Torino.

L'enigma riguarda un tipo di particelle sorprendentemente abbondanti vicino alla Terra: i positroni, le antiparticelle degli elettroni. Questo eccesso di positroni è stato osservato negli ultimi 10 anni da vari esperimenti nello spazio, quali Pamela, lo stesso Fermi e AMS-02 che si trova a bordo della Stazione Spaziale Internazionale. Sulla sua origine sono state fatte numerose ipotesi, dall'emissione da parte di pulsar all'annichilazione o decadimento di particelle di materia oscura galattica.

In questo studio, sono stati analizzati i dati provenienti da 10 anni di osservazione del telescopio LAT di Fermi sopra gli 8 GeV, confrontandoli con un modello di produzione di raggi gamma da urti di elettroni e positroni con i fotoni. Questo ha permesso non solo di scoprire un alone esteso di raggi gamma intorno a Geminga, ma anche di determinarne le caratteristiche fisiche. Dai risultati, emerge che Geminga da sola potrebbe giustificare fino al 20% dei positroni osservati. Se si considerano tutte le pulsar della nostra galassia, queste sorgenti sembrano essere le principali responsabili dell'eccesso di positroni osservato intorno alla Terra a energie superiori alle decine di GeV. ■.



INFRASTRUTTURE DI RICERCA

LHC RIPARTE NEL MAGGIO 2021

Nel corso della riunione del Council dello scorso 12 dicembre, la direzione del CERN ha presentato il nuovo calendario per i prossimi cicli di attività scientifica (*run*) dell'acceleratore LHC, il *Large Hadron Collider*. In base al programma aggiornato, LHC ripartirà nel maggio 2021, due mesi dopo la data inizialmente prevista: il tempo extra servirà all'acceleratore e agli esperimenti per ultimare i preparativi per il run3. La nuova programmazione prevede anche il prolungamento di un anno del run3, che durerà quindi fino alla fine del 2024. Al contempo, i progetti di potenziamento delle macchine prevedono che tutte le dotazioni tecnologiche necessarie per il futuro progetto *High Luminosity LHC* (HiLumi LHC, il successore ad alta luminosità dell'attuale LHC) e per i suoi esperimenti, saranno installate durante il *Long Shutdown 3* (LS3), tra il 2025 e la metà del 2027. HiLumi LHC entrerà in funzione alla fine del 2027.

Sono poi in corso importanti lavori su tutte le macchine e le infrastrutture: la catena di accelerazione delle particelle è stata interamente rinnovata nell'ambito del progetto LHC Injectors Upgrade (LIU), sono state installate nuove apparecchiature in LHC e si stanno sostituendo numerosi componenti degli esperimenti, anche interi sotto-rivelatori, al fine di prepararsi all'alta luminosità.

HiLumi LHC produrrà molte più collisioni rispetto all'attuale acceleratore, così da poter accumulare ben dieci volte più dati rispetto al suo predecessore. La nuova macchina sarà in grado di rivelare fenomeni estremamente rari e migliorare la precisione delle misure. Al fine di sfruttare appieno la maggiore quantità di dati, gli esperimenti hanno avviato ambiziosi programmi di aggiornamento dei rivelatori, grazie anche al lavoro dei ricercatori e del personale tecnico dell'INFN, che stanno svolgendo attività di primo piano in questa impresa dove l'alta tecnologia ha un ruolo fondamentale. ■

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

INAUGURATA LA FORESTERIA DI SESAME CON IL CONTRIBUTO DELL'ITALIA

Ospiterà i ricercatori del laboratorio internazionale SESAME (*Synchrotron-light for Experimental Science and Applications in the Middle East*), scienziati che arrivano da tutto il mondo per lavorare alla sorgente di luce di sincrotrone di Allan, in Giordania, la prima del Medio Oriente. È stata inaugurata il 4 dicembre, la foresteria di SESAME, realizzata grazie al contributo fondamentale dell'Italia, con il MIUR, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca e l'INFN. La foresteria è destinata alle scienziate e agli scienziati, soprattutto giovani, che svolgono abitualmente le loro ricerche al laboratorio SESAME, con l'obiettivo di dare vita a un luogo di condivisione, dialogo e scambio.

Inaugurato nel 2017, SESAME, è un laboratorio "speciale", perché rappresenta un'opportunità non solo per la conoscenza scientifica e lo sviluppo tecnologico, ma anche per la crescita economica e soprattutto per il dialogo interculturale, in un'area tormentata, riunendo popoli - Autorità Nazionale Palestinese, Cipro, Egitto, Iran, Israele, Giordania, Pakistan e Turchia - che difficilmente trovano altri terreni comuni di collaborazione e confronto. Il Governo italiano partecipa al progetto dal 2013, attraverso il MIUR e le competenze tecnologiche e scientifiche della comunità di ricerca dell'INFN.

Il cuore di SESAME è una sorgente di luce di sincrotrone di terza generazione, competitiva a livello internazionale, che rappresenta oggi una risorsa per tutta la regione del MENA (Middle East and North Africa). Si tratta di un potentissimo microscopio, basato su un acceleratore di elettroni, che consente studi e applicazioni in molti campi: dalla fisica alle scienze della vita, dalla scienza dei materiali agli studi archeometrici. SESAME è, dunque, un centro di eccellenza per ricerche multidisciplinari, in grado di attrarre scienziati provenienti da vari paesi e da settori molto diversi. ■

» FOCUS

MAGIC APRE UNA NUOVA ERA NELL'ASTRONOMIA GAMMA

Un lavoro di squadra perfetto, che ha coinvolto telescopi spaziali e sulla Terra nonché centinaia di ricercatori in tutto il mondo, ha permesso di registrare per la prima volta il 14 gennaio 2019 fotoni di altissima energia emessi da un lampo di raggi gamma (*GRB - Gamma Ray Burst*): brevi ma potenti esplosioni cosmiche che compaiono all'improvviso in cielo circa una volta al giorno, risultato di una potentissima esplosione cosmica. A captare questi fotoni, che hanno raggiunto energie dell'ordine del teraelettronvolt, migliaia di miliardi di volte più elevate di quelli della luce visibile, sono stati i telescopi gemelli MAGIC (*Major Atmospheric Gamma Imaging Cherenkov Telescope*) sull'isola di La Palma, alle Canarie (Spagna). Fondamentale per la scoperta è stato il contributo scientifico italiano, con l'INAF Istituto Nazionale di Astroisica, l'INFN, l'ASI Agenzia Spaziale Italiana e varie Università. I risultati sono stati pubblicati a ine novembre sulla rivista Nature.

Il lampo gamma nel suo complesso è stato scoperto in modo indipendente da due strumenti satellitari, il *Neil Gehrels Swift Observatory* e il *Fermi Gamma-ray Space Telescope*. Erano pronti a ricevere l'allerta, a terra, il telescopio robotico dell'INAF, REM, situato in Cile, che ha colto l'emissione ottica, e i due telescopi a luce Cherenkov MAGIC, alle Canarie, dotati di specchi del diametro di 17 metri e progettati per rivelare fotoni gamma di altissima energia (25 GeV-50 TeV), emessi da sorgenti galattiche ed extragalattiche. I telescopi MAGIC, in particolare, sono stati concepiti per rispondere rapidamente alle allerte GRB e lavorano in base a una strategia di follow-up dedicata. Dopo il puntamento in direzione del GRB 190114C, i due telescopi hanno captato i fotoni di più alta energia mai misurati per questo tipo di eventi celesti, rivelandone la presenza fino a mezz'ora dopo l'esplosione del GRB. Grazie all'intensità del segnale ricevuto e alla particolare procedura di analisi dei dati in tempo reale, è stato possibile comunicare la scoperta alla comunità astronomica internazionale, entro poche ore dall'osservazione. Un risultato senza precedenti,

» FOCUS

che fornisce nuove informazioni fondamentali per la comprensione dei processi fisici in atto nei GRB.
Scoperti alla fine degli anni '60, l'origine dei GRB è rimasta misteriosa fino alla fine degli anni '90 del secolo scorso quando, grazie al satellite italiano per astronomia X BeppoSAX, è stato possibile identificare con precisione, e quindi osservare con i più potenti telescopi, la regione di cielo in cui si manifestano. Oggi sappiamo che sono il risultato dell'esplosione di stelle molto massicce o della fusione di stelle di neutroni in galassie lontane. Tuttavia, pur avendo identificato l'origine di questi fenomeni, dopo oltre 50 anni dalla loro scoperta, molti loro aspetti rimangono ancora misteriosi: le osservazioni con i telescopi per raggi gamma di altissima energia sono fondamentali per dare una risposta, perché ci permettono di osservare direttamente il cuore del fenomeno.
MAGIC deve la sua capacità osservativa alla tecnica di rivelazione della radiazione Cherenkov, emessa quando i raggi gamma di altissima energia penetrano nell'atmosfera terrestre dando origine a sciami di particelle secondarie. Data l'altissima energia dei fotoni da cui sono originate, le particelle prodotte si propagano a una velocità superiore a quella della luce in atmosfera, dando luogo a nuvole di debole luce bluastra della durata temporale di poche frazioni di secondo: la radiazione Cherenkov, un effetto paragonabile al boom sonico prodotto dall'onda d'urto di un jet supersonico. Lavorando in modo coordinato, i due telescopi MAGIC sono in grado di catturare questa radiazione grazie alle dimensioni dei loro specchi e ai rivelatori ultrasensibili di cui sono dotati.
MAGIC è stato costruito da una collaborazione in gran parte europea che comprende circa 160 ricercatori provenienti da Germania, Spagna, Italia, Svizzera, Polonia, Finlandia, Bulgaria, Croazia, India e Giappone. L'Italia partecipa attraverso l'INFN, che è uno degli istituti fondatori insieme alle Università di Padova, Udine e Siena, e l'INAF che è entrato a far parte dell'esperimento nel 2006. ■

NEWSLETTER 66
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
DICEMBRE 2019

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
I due telescopi gemelli MAGIC sull'isola di La Palma, alle Canarie (Spagna)

CONTATTI
Ufficio Comunicazione INFN
comunicazione@presid.infn.it
+ 39 06 6868166

.