

I protagonisti di EEE raccontano

Autori

*Albertazzi Clarissa 4I, Baldelli Luca 3M, Castaldini Martina 4L,
Gabrielli Giulia 4G, Gandolfi Sara 3H, Monti Matteo 2D, Neri Giulia 3I,
Poggi Francesca 3H, Sernicola Nicolò 3I, Tabarroni Rossella 4M,
Zanardi Silvia 3M, Ziosi Silvia 4M*

*con la supervisione della
Prof.ssa Paola Giacconi*

In un'ala del liceo in cui sono conservati antichi utensili e altrettanto vecchi animali imbalsamati (più semplicemente nel museo della scuola) si cela il cuore tecnologico del Galvani che, chiuso a chiave, svolge incessantemente il suo lavoro...cosa sarà mai...un supercomputer, un rilevatore di vita aliena o invece il Telescopio del progetto EEE? La risposta esatta è proprio l'ultima. Ma i Telescopi non dovrebbero stare sui tetti? Cos'è questo Extreme Energy Events (EEE)? Proviamo ad interrogare alcuni dei protagonisti del progetto per cercare di comprendere meglio.

Quando nasce il progetto? Andiamo con ordine, il progetto EEE, ricerca di eventi di altissima energia, nasce nel 2004, come idea del Prof. Zichichi e nel 2006 sei studenti del Galvani, accompagnati dalla Prof.ssa Paola Giacconi e dal Prof. Ivan Poluzzi, si sono recati al CERN di Ginevra per costruire, con i ricercatori del CERN, il Telescopio che altro non è che un rivelatore di muoni, particelle piccolissime “sorelle pesanti degli elettroni”. Uno degli obiettivi del progetto è quello di portare la Scienza nelle scuole ed in particolar modo nella mente e nel cuore dei giovani studenti che quotidianamente affrontano problemi di Fisica e Matematica senza però avere un diretto rapporto con il mondo della ricerca scientifica. Questo progetto vuole dimostrare che è non solo auspicabile, ma anche possibile insegnare ed imparare la Fisica e la Matematica facendo ricerca di avanguardia anche per uno studente del liceo se adeguatamente seguito e supportato dai suoi insegnanti. Il progetto, che fa parte di una vera e propria ricerca scientifica, è un progetto non solo della nostra scuola (scuola pilota) ma verrà esteso a molte altre scuole del territorio nazionale. Esso fa parte integrante di una ricerca di carattere internazionale ed è quindi un modo per conoscer il lato della Fisica più interessante: la Fisica di frontiera, quella che esce dai banchi di scuola per esplorare campi non ancora conosciuti all'uomo. EEE non costituisce una esperienza didattica tradizionale, perché i risultati non sono noti a priori, il lavoro non è una conferma di ciò che già sappiamo, ma è la ricerca di “Qualcosa” di nuovo!!

Ma che cosa sono i raggi cosmici, da dove vengono?

L'obiettivo principale del Progetto è proprio quello di capire dove, quando e come nascono i “raggi cosmici” primari (cioè i raggi cosmici che colpiscono la sommità della nostra atmosfera) che sono per il 92% costituiti da protoni per il 6% da

particelle α e per il 2% da neutrini, elettroni, fotoni o nuclei di elementi pesanti. Essi probabilmente costituiscono la “cenere” del Big Bang o forse sono emessi da nuclei galattici attivi che distano da noi circa 70Mpc e viaggiando per milioni e milioni di anni a partire dalle zone più remote dello spazio, ben oltre la Luna, il Sole e le Stelle visibili ad occhio nudo arrivano fino a noi.

Dal momento che vengono proprio da tutte le parti del cosmo, sono praticamente isotropi, sono stati chiamati «*raggi cosmici*». I raggi cosmici furono scoperti nel 1912 da Victor F. Hess e fu quella la prima volta in cui furono rivelate particelle mai osservate prima come il positrone e^+ e l'antiprotone \bar{p} .

Nel 1930 si conoscevano infatti i protoni p , i neutroni n , gli elettroni e e si ipotizzava l'esistenza dei neutrini ν . I raggi cosmici hanno fatto quindi scoprire altre nuove particelle e fra queste il muone μ^\pm , particella instabile con una vita media di 2,2 milionesimi di secondo, una massa 206,8 volte quella dell'elettrone e una carica uguale a quella dell'elettrone. Sono proprio i μ^\pm che noi vogliamo “vedere” con il nostro Telescopio di raggi cosmici in quanto lo sciame secondario dei raggi cosmici è principalmente composto da muoni.

Cosa è lo sciame secondario? Quando un protone o una particella α colpisce la sommità dell'atmosfera interagisce con i nuclei dei componenti l'atmosfera stessa, e produce quello che in inglese si chiama shower, letteralmente “doccia” o, in altre parole, uno *sciame secondario* di particelle che continuamente piovono sulla nostra testa.

Vorrei capire più a fondo i motivi principali di un esperimento con al centro lo studio dei raggi cosmici. Beh, è sicuramente interessante e affascinante studiare la natura di questa strana pioggia che quotidianamente da millenni ci colpisce senza che noi ce ne accorgiamo. Essa infatti nasconde ancora moltissimi misteri, e sono proprio questi misteri ai quali anche noi, semplici studenti di liceo, vogliamo contribuire a dare una risposta: come si generano, da dove vengono, che effetti hanno sulla vita? Inoltre come abbiamo già detto lo studio dei raggi cosmici ha aperto agli scienziati il mondo del Subnucleare, essi hanno probabilmente un' importante influenza sul clima, attraverso il loro studio si possono formulare teorie nel campo delle mutazioni genetiche, sono portatori di informazioni provenienti dalle più nascoste e lontane parti dell' Universo nel quale viviamo e poi chissà quali altre inaspettate scoperte potranno condurci a fare.

Concordo è molto eccitante anche solo tentare di comprendere l'Universo nel quale viviamo..... Ma quindi se ho ben capito, voi “vedete” i raggi cosmici rivelando muoni e per rivelare i muoni di quale strumentazione siete dotati? Sì, sono i muoni che ci forniscono le informazioni sui raggi cosmici. E per “vederli”, come abbiamo già detto nel 2006 sei nostri compagni hanno costruito il Telescopio che dal dicembre 2007 è il nostro Liceo. L'occhio è costituito da un rivelatore MRPC (Multigap Resistive Plate Chamber) formato da tre camere di 2m per 1m sorrette da una impalcatura e distanti l'una dall'altra circa 80cm.

Perché tre camere non ne basterebbe una o al più due? Sono necessarie tre camere perché il nostro scopo è quello di ricostruire la traiettoria del muone che le attraversa e dalla traiettoria la sua provenienza, con una o due camere questo non sarebbe possibile. ***Ok! Come fate a capire che è passato un muone?*** All'interno delle camere fluisce una miscela di due diversi tipi di gas: Freon ecologico ed Esafluoruro

di Zolfo, nelle camere sono inoltre presenti 24 strip di rame. Le camere sono poi collegate a dei generatori di bassa tensione che, attraverso dei trasformatori, trasformano la bassa tensione in alta tensione e fanno sì che ai capi delle camere stesse vi sia una differenza di potenziale (d.d.p.) di circa 17kV. Quando il muone attraversa le camere ionizza il gas e le strip di rame sono in grado di catturare il segnale elettrico che si genera, il segnale corre lungo la strip, arriva alle schede di trigger che converte i segnali elettrici, dovuti al passaggio del muone, in segnali elettronici che vengono poi inviati ad un computer che li conserva in memoria e li rielabora. Ci sono circa 40 eventi al secondo da catalogare e rielaborare.

Quindi per “vedere” i muoni non è sufficiente il Telescopio è necessario avere anche un computer?

Sì, il Telescopio non è sufficiente, è come se il rivelatore MRPC fosse il corpo ed il Pc rappresenta invece la mente del nostro Telescopio che va tuttavia educata e programmata opportunamente. Questa collaborazione tra hardware e software è quindi fondamentale in quanto il Telescopio ha la funzione di rivelare il segnale, mentre il computer ha il compito di registrare quanto accaduto e rendere utilizzabili le informazioni per l'analisi.

Avete detto che il progetto prevede l'istallazione di più rivelatori in diverse scuole, perché tanti rivelatori? Gli eventi che noi cerchiamo sono Extreme Energy Events, eventi ad altissima energia e sono quindi eventi rari, ad esempio se l'energia è dell'ordine di $10^{19} eV$ si prevede un evento all'anno per km^2 quindi se volessimo vedere 100 eventi dovremmo aspettare 100 anni oppure costruire un rivelatore di $100 km^2$, ecco per quale motivo utilizziamo molti siti anche tra loro molto distanti che però lavorano tra loro sincronizzati.

Cosa significa che lavorano sincronizzati? Lavorare in maniera sincronizzata significa che gli orologi dei diversi Telescopi sparsi per il territorio devono essere perfettamente sincronizzati, segnare cioè il tempo in perfetto accordo. Per fare sì che ciò avvenga ci serviamo di una antenna GPS della quale dobbiamo con scrupolo controllare il perfetto funzionamento. Il corretto posizionamento dell'antenna GPS ci ha creato un sacco problemi, ma è stato anche divertente trovare il modo ed il posto dove poterla piazzare.....

Ritornando alla struttura della macchina, sembrerebbe alquanto complicata visto anche il lungo tempo che è intercorso tra la costruzione vera e propria (2006) e l'arrivo al liceo Galvani (fine 2007) ...In realtà le difficoltà che hanno allungato notevolmente i tempi di istallazione sono legate al trasporto da Ginevra (CERN) a Bologna ed al ritardo con il quale ci sono stati consegnate alcune parti dell'elettronica. La macchina in sé infatti non è eccessivamente complicata infatti, come abbiamo più volte detto, è stata costruita dai ragazzi del nostro liceo utilizzando materiali semplici, poco costosi e soprattutto eco-sostenibili.

Se doveste fare una stima, quanto è costata tutta l'apparecchiatura di cui disponete oggi? E' difficile fare una stima precisa ma direi che tutto compreso, “chiavi in mano” se calcoliamo anche le trasferte degli studenti al CERN il costo complessivo si aggira sui 50 000 euro. Tutta la spesa è stata a carico del Centro Fermi e dell' I.N.F.N che ci hanno anche fornito di tutta strumentazione, mentre la scuola ha comprato uno dei due Pc che usiamo per fare l'analisi.

Quali sono i controlli giornalieri da effettuare? Come penso sia ormai abbastanza chiaro il Telescopio per raggi cosmici è un complesso sistema di componenti hardware, ognuno suscettibile di danni casuali più o meno importanti che potrebbero comprometterne il funzionamento e la conseguente affidabilità dei dati acquisiti. Si rendono quindi necessari periodici controlli di ogni sua parte dall'elettronica al corretto fluire del gas. Come abbiamo già detto la d.d.p è fornita alle tre camere da tre alimentatori a basso voltaggio che viene poi trasformata ad alto voltaggio (17 kV di differenza di potenziale tra il polo positivo e il polo negativo di ogni camera) da trasformatori. Piccole variazioni di tensione sull'alimentazione comportano quindi grandi variazioni di voltaggio all'alimentazione della camera. E' quindi necessario controllare periodicamente che il voltaggio e la corrente di alimentazioni alle camere e agli alimentatori rimangano costanti sui valori ottimizzati per l' acquisizione. Il controllo viene effettuato con un tester e le misurazioni vengono riportate in un registro con scansione giornaliera. L'alimentazione dei sistemi elettronici di rilevamento (schede di frontend) è altrettanto fondamentale, un led sulla scheda indica lo stato di funzionamento. Infine, il corretto ricambio del gas all' interno di ogni camera è indicato da un "bubbotore" . Il controllo hardware è completato verificando che il miscelatore che fornisce gas alle camere abbia la pressione di una atmosfera e misceli i quattro gas nelle giuste proporzioni. Questo per quanto concerne il controllo dell'hardware. Il controllo software consiste nell'analisi dei dati presi nelle giornate precedenti utilizzando un apposito Pc, diverso da quello preposto alla presa dati in tempo reale. I dati vengono trasferiti e inseriti in una cartella di sistema, quindi tramite l' "EEE control panel" i dati vengono analizzati, schedati e memorizzati definitivamente. Si passa quindi all'analisi dei dati vera e propria, controllando che: la distribuzione dei raggi cosmici sulle tre camere sia uniforme, il sistema GPS che permette la sincronizzazione tra i rivelatori nelle varie parti di Italia, invii segnali con regolarità e che la frequenza degli eventi al secondo sia costante durante tutta la giornata di presa dati. In questo modo un errore qualsiasi nei sistemi hardware e software può così essere immediatamente rilevato e segnalato in tempi brevi.

Come sono organizzati i controlli? All'inizio dell'anno si organizzano i turni di controllo giornaliero che avvengono, usualmente, durante la prima ricreazione. Il lavoro di controllo deve essere fatto, anche durante i periodi di sospensione dell'attività didattica e per questi periodi si organizzano dei turni appositi. Ogni gruppo di controllo è formato di circa 4 studenti ed un prof. (Giacconi, Maiani, Poluzzi, Ventura) che supervisiona, almeno fino a quando non siamo diventati sufficientemente esperti da poter fare tutto da soli, alcuni di noi già lo sono! Il lavoro di ogni singolo studente non è quindi giornaliero, ma viene suddiviso tra tutti i partecipanti al progetto.

Se volessimo fare il punto della situazione, un consuntivo del lavoro fatto sino ad oggi cosa potremmo dire?

Come abbiamo già detto il Telescopio è arrivato nel nostro Liceo nel dicembre 2007 ed ha iniziato a prendere dati solo nella seconda metà del 2008, infatti la fase di installazione è stata molto laboriosa sotto diversi punti di vista, ma questo è del tutto normale in una ricerca di questo tipo. I primi dati raccolti sono stati utilizzati innanzi tutto per mettere a punto la strumentazione e controllare il corretto funzionamento di

tutto l'apparato. Ora i dati raccolti sono in fase di analisi: si stanno cercando cioè coincidenze temporali tra gli eventi (muoni) rivelati dal telescopio del Liceo Galvani e quelli rivelati dagli altri due Telescopi in funzione attualmente a Bologna rispettivamente presso il Liceo Fermi e la sede della sezione INFN (Istituto Nazionale Fisica Nucleare) di Bologna .

La distribuzione sul territorio di Bologna dei telescopi permette di rivelare sciame atmosferici iniziati da raggi cosmici primari di alta energia il cui flusso, come abbiamo già detto è però molto basso. I dati a disposizione non permettono ancora di evidenziare quindi tali eventi. Dobbiamo continuare a prendere dati: abbiamo appena iniziato, un anno o anche due sono poca cosa per gli il tipo di esperimento che stiamo facendo!

State cercando le coincidenze, cosa si intende per coincidenze? Come dicevamo quando un protone incide l'atmosfera crea uno sciame di particelle secondarie ed il raggio di tale sciame, a terra, per protoni con energie dell'ordine di $10^{19} eV \sim 10^{20} eV$ è di circa $6 km$ quindi un tale evento dovrebbe essere contemporaneamente visto da tutti e tre i Telescopi bolognesi. Questo è il motivo per cui dobbiamo restare accesi più tempo possibile e lavorare in perfetta sincronia se vogliamo rivelare tale evento raro.

Insomma mi sembra di capire che l'avventura sia appena iniziata.....

E' sì siamo solo agli inizi sia dal punto di vista del fine Scientifico del Progetto EEE sia dal punto di vista della formazione degli studenti. Infatti il nostro scopo non è solo quello di vedere *l'evento raro* ma anche quello di formare i futuri ricercatori. A tale scopo i dati di un singolo Telescopio possono essere usati per moltissime misure "locali" e tali misure permettono agli studenti di approfondire argomenti correlati non solo alla fisica dei raggi cosmici ma anche a quella dei rivelatori di particelle e molto altro altro ancora permettendo loro di avere una formazione scientifica di vera eccellenza.

A questo punto mi sembra inevitabile porre qualche domanda più personale ai protagonisti di EEE . Quali motivazioni vi hanno spinto a partecipare a questo progetto dal momento che credo che voi ignoraste la stessa esistenza dei raggi cosmici?

In realtà già da tempo sentivamo parlare di questo "Rivelatore" di particelle, situato all'interno della nostra scuola. In seguito, i professori Giacconi e Poluzzi hanno stimolato ulteriormente la nostra curiosità al riguardo, spiegandoci più nel dettaglio la funzione della macchina ed invitandoci a partecipare al progetto in prima persona. Abbiamo così preso parte ad un incontro introduttivo, durante il quale ci è stato spiegato più dettagliatamente come noi studenti potevamo renderci utili a questa ricerca scientifica. Dopo aver anche ascoltato l'opinione dei ragazzi che già da un po' di tempo lavoravano a questo progetto, abbiamo deciso di entrarne a far parte pure noi, anche per poter impiegare il nostro interesse per la scienza e per la ricerca in qualcosa di concreto.

Avete quindi trovato utile questa esperienza? Sì, certamente sì. La prospettiva di partecipare a una vera e propria ricerca, che si pone l'obiettivo di rispondere a interrogativi della scienza riguardanti la storia dell'universo in cui viviamo, ci sembrava stimolante. Infatti, dopo qualche mese di attiva partecipazione, questo progetto si è rivelato non solo molto interessante, ma anche utile per vari motivi: da

una parte diamo il nostro contributo in un ambito, spesso purtroppo sottovalutato, che è quello della ricerca scientifica; dall'altra abbiamo ampliato le nostre conoscenze ed i nostri interessi riguardo al mondo della Scienza. Infatti, si è rivelato anche un modo diverso da quello scolastico tradizionale di studiare ed imparare la Fisica.

Ha l'aria di essere qualcosa di impegnativo! Sicuramente ci vuole impegno e costanza, ma soprattutto interesse! Bisogna comunque dire che l'impegno richiesto non è da sottovalutare. Inizialmente sono state organizzate delle lezioni pomeridiane per dare qualche nozione in più di Fisica, Matematica e Informatica, fondamentali per partecipare attivamente al progetto. Infatti, se non si conosce come è fatto il rivelatore, cosa è necessario fare per farlo funzionare e per analizzare i dati e cosa esattamente si sta ricercando, è difficile rendersi utili veramente. Inoltre, come già detto, quotidianamente, durante la ricreazione, a turno, ognuno di noi ha il compito di andare a controllare il corretto funzionamento della macchina e di analizzarne i dati. Alcuni di noi si sono anche impegnati a far conoscere l'iniziativa a ragazzi e professori di altre scuole.

In che modo avete cercato di coinvolgerli? Abbiamo partecipato attivamente all'iniziativa "La Scienza in Piazza", che ogni anno viene organizzata dall'associazione Marino Golinelli nella nostra città, proponendo delle visite guidate al rivelatore. Queste visite sono state preparate da noi ragazzi di EEE. Abbiamo cercato di coinvolgere anche gli studenti della nostra scuola che non partecipano al progetto ed altri nostri amici.

C'è qualcosa che vorreste migliorare o che non vi piace di questo progetto? Ci piacerebbe lavorare ancora più attivamente, diventando così veri protagonisti dell'esperienza, anche partecipando a viaggi, conferenze e incontri con esperti. Confidiamo comunque negli organizzatori!

Vorrei fare una domanda a uno dei ragazzi che è entrato da poco nel progetto. È stata positiva la tua prima impressione? Sì, anche se all'inizio mi sentivo un po' spaesato, sono riuscito ad appassionarmi e a sentirmi veramente partecipe di questa iniziativa. Mi sono trovato bene anche con i ragazzi che già da un po' di anni ci lavorano, che mi sono sembrati interessati e disponibili.

E voi, "veterani", cosa ne pensate di questo progetto? Dopo quasi due anni di lavoro siamo sempre più soddisfatti di aver deciso di partecipare e per questo cerchiamo di coinvolgere ogni anno nuovi studenti.

A proposito, qual è il vostro parere sulle "new entries"? Ci troviamo molto bene a lavorare con loro, soprattutto con i più attivi, condividendo in questo modo anche i nostri interessi in ambito scientifico. Questo è un altro aspetto molto bello del progetto si impara a lavorare insieme con ragazzi che non sono della tua classe, più grandi, più piccoli, non importa, ognuno di noi ha sempre qualcosa da insegnare e tanto da imparare dai suoi compagni.

Ho saputo che alcuni di voi hanno anche partecipato ad un incontro con altri ricercatori del progetto EEE. Potete dirci qualcosa a riguardo? Sì, lo scorso anno alcuni di noi, accompagnati dai professori Giacconi e Poluzzi, sono stati ospitati per tre giorni nel Centro Ettore Majorana di Erice. Si è trattato di un vero e proprio workshop sul progetto, durante il quale abbiamo potuto approfondire la nostra conoscenza del progetto stesso e capire più chiaramente quale era il nostro ruolo. Inoltre abbiamo conosciuto altri ragazzi di Bologna e di altre città, che ci hanno

informato su come avevano iniziato il progetto e su come lo stavano portando avanti. Il bilancio dell'esperienza è stato sicuramente positivo, anche perché in quell'occasione abbiamo potuto assistere ad un vero e proprio meeting, al quale partecipavano studiosi, professori, fisici e studenti.

Mi sembrate tutti molto soddisfatti, consigliereste ai vostri compagni del biennio di iniziare a lavorarci il prossimo anno? Si certamente, è una occasione che non possono perdere e questo è solo l'inizio.....!

Grazie ragazzi, buon lavoro e mi raccomando teneteci aggiornati!