

## DAI BANCHI DI SCUOLA... AL GRAN SASSO

MARIA CATERINA COVINO\*

L'anno 2007 si è rivelato ricco di interessanti proposte e importanti iniziative per noi studenti dell'istituto S. Staffa. Ecco alcuni di noi in questa foto scattata il 17 marzo, in un sabato di sole alle porte della primavera.



Alle nostre spalle, la base “terrestre” dei laboratori nazionali del Gran Sasso, i più grandi laboratori sotterranei del mondo in cui si effettuano esperimenti della fisica delle particelle, astrofisica delle particelle e astrofisica nucleare. Nati da un’idea di A. Zichichi, sono situati tra le città di L’Aquila e Teramo a circa 120 Km da Roma e a 1400 m sotto la cima del massiccio del Gran Sasso. La visita guidata al loro interno ha spalancato le porte di un mondo che non immaginavamo potesse esistere nella realtà, ma solo sui libri di scuola. Il luogo

---

\* Alunna dell’Istituto “Staffa” - Liceo Classico, 2<sup>a</sup> A.

comune, che vuole la fisica disciplina ostica per la maggior parte degli studenti e congeniale solo a pochi “eletti”, potrebbe esser smentito proprio da chi, come noi, ha avuto la fortuna di ammirare con i propri occhi i miracoli del progresso scientifico. Menti geniali provenienti da ogni parte del mondo lavorano qui, ai laboratori del Gran Sasso e in collaborazione con il CERN di Ginevra, per la realizzazione di esperimenti che confermano il loro status di premi nobel; esperimenti in grado di riprodurre in macchinari dalle dimensioni considerevoli, fenomeni che la natura custodisce gelosamente e rare volte manifesta visibilmente, deliziando l’uomo di scienza (e non solo).

Ascoltando la guida intenta ad illustrarci quanto avremmo osservato e appreso durante la giornata, penso di poter condividere il parere di molti presenti, dicendo che una serie di considerazioni affollavano la mente di ciascuno di noi: “cosa ci faccio in questo posto? Riuscirò ad uscir di qui con un pizzico di materia grigia in più? Non so, sembra tutto così complicato. . .”.

Solo dopo, al termine di quest’avventura, ho realizzato che in realtà si trattava di dubbi legittimi, ma infondati. . .

Ma entriamo nel vivo della questione. . .

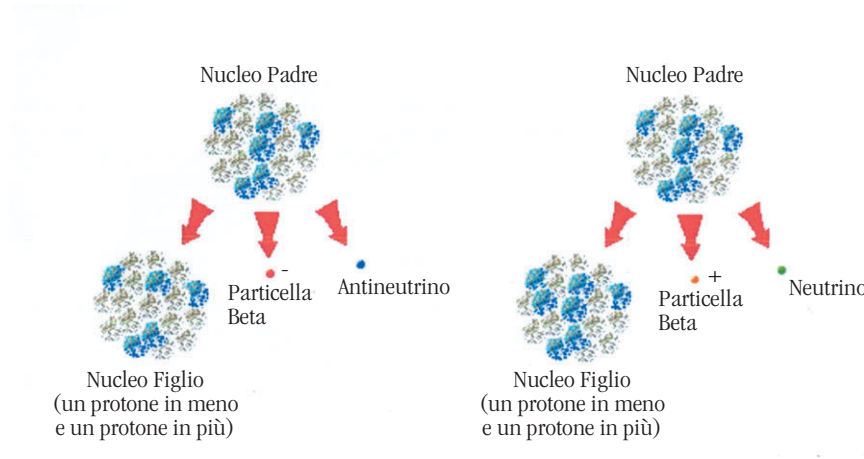
Chi ci ha convinto ad evitare per un giorno di essere sottoposti alle estenuanti spiegazioni (i professori non ce ne vogliono) e alle micidiali interrogazioni del secondo quadrimestre, sono loro, i neutrini: incatturabili fino a qualche tempo fa, prima che venissero messe a punto tecniche all’avanguardia, proprio nelle sale utilizzate a livello mondiale dei laboratori che ci hanno accolto.

### Ma cosa sono i neutrini?

I neutrini sono le particelle più elusive finora scoperte. Il loro studio è estremamente interessante e ci dà importantissime informazioni in molti campi della fisica: dalla struttura della materia alla struttura stellare, alla cosmologia.

I neutrini sono particelle puntiformi prive di carica elettrica e con una massa estremamente piccola (che non si è ancora riusciti a misurare). I neutrini interagiscono molto raramente con la materia; possono infatti attraversare praticamente indisturbati enormi spessori di materia.

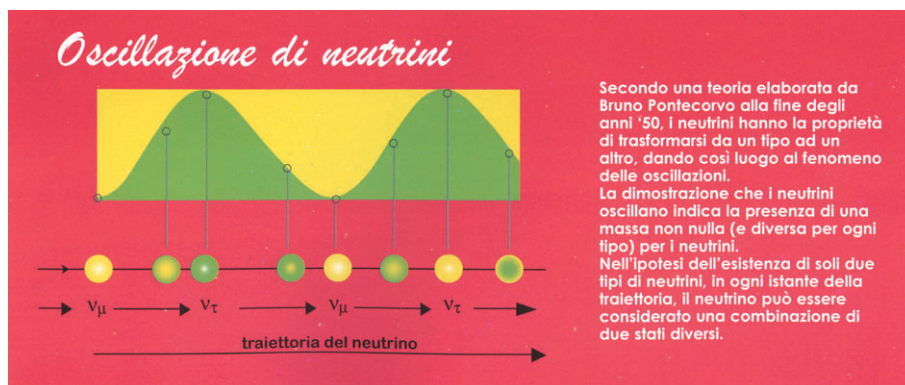
L’esistenza del neutrino fu proposta nel 1930 dal fisico austriaco W. Pauli per spiegare le osservazioni sperimentali relative al cosiddetto decadimento radioattivo di tipo  $\beta$  dei nuclei atomici: tali osservazioni richiedevano che durante il decadimento fosse prodotta una particella neutra di massa molto piccola, all’epoca non rivelabile. E. Fermi elaborò ulteriormente questa ipotesi e diede al neutrino il suo nome.



Il decadimento  $\beta$  può avvenire in due forme distinte. A sinistra è rappresentato il decadimento  $\beta^-$ : un neutrone si trasforma in un protone, un elettrone (particella  $\beta^-$ ) e un antineutrino. Nel decadimento  $\beta^+$  (a destra), un protone decade in un neutrone, un positrone (particella  $\beta^+$ ) e un neutrino. Dunque, un nucleo che decade  $\beta$  acquista o perde un protone, trasformandosi in un elemento adiacente della tavola periodica.

I neutrini furono osservati per la prima volta solo nel 1956, quando C. Cowan e F. Reines riuscirono a “catturare” dei neutrini (o più precisamente degli “antineutrini”) prodotti da un reattore nucleare negli Stati Uniti.

Si conoscono tre “sapori” o “famiglie” di neutrini, detti neutrino elettronico, neutrino muonico e neutrino tau e indicati coi simboli  $\nu_e$ ,  $\nu_\mu$ ,  $\nu_\tau$ . Si suppone che i diversi tipi di neutrino abbiano diverse masse, ma non si è ancora riusciti a misurarle. Ci sono anche forti evidenze di un fenomeno interessantissimo chiamato “oscillazioni di sapore” per cui in certe condizioni un neutrino inizialmente con un certo sapore può cambiare (o oscillare) il suo sapore dopo aver percorso un certo cammino.



Ogni particella elementare possiede una corrispondente antiparticella: così per ogni neutrino esiste il corrispondente antineutrino; in tutto abbiamo, quindi, sei tipi di neutrini.

Come nascono i neutrini?

In ogni secondo ogni oggetto sulla Terra (compresi noi stessi) è attraversato da molti miliardi di neutrini; tuttavia, quasi nessuno di questi viene catturato: per dare un'idea, in media soltanto un neutrino all'anno interagisce con il corpo di una persona!

Ma da dove vengono tutti questi neutrini? Le sorgenti di neutrini sono molteplici:

a) La gran parte dei neutrini ha origine naturale ed è prodotta in vari modi.

1. Neutrini terrestri
2. Neutrini atmosferici
3. Neutrini solari
4. Neutrini da esplosioni di supernovae
5. Neutrini fossili

b) I neutrini possono anche essere prodotti artificialmente:

6. da acceleratori di particelle

Gli acceleratori di particelle sono in grado di produrre e accelerare, ad energie incredibilmente alte, particelle cariche (tipicamente protoni, elettroni o nuclei atomici). Facendo collidere i protoni accelerati da un acceleratore con uno strato compatto di materiale si riescono a produrre neutrini e/o antineutrini di diversi sapori.

7. da reattori nucleari

Durante le reazioni di fissione nucleare che avvengono all'interno di un reattore nucleare vengono prodotti, oltre a neutroni e altri prodotti di fissione, anche antineutrini elettronici. Ogni reattore nucleare è quindi una sorgente di antineutrini elettronici.

Nella veduta aerea del CERN, centro di ricerca internazionale situato sul confine franco-svizzero a ovest di Ginevra, nonché il maggior laboratorio di fisica delle particelle al mondo, si distinguono i due anelli del grande acceleratore. Nel più esterno, detto LEP, lungo 27 Km vengono accelerati elettroni e positroni; nel più interno, invece, particelle più pesanti, nella fattispecie protoni e antiprotoni. Dalle collisioni prodotte, che vengono registrate da rivelatori di

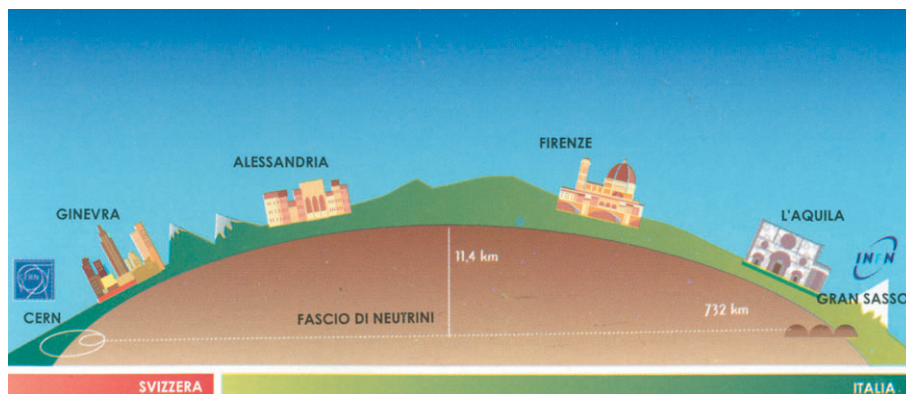
particelle, è possibile trarre preziose informazioni sullo stato della materia a pochi momenti dall'esplosione del big bang.



OPERA - Oscillation Project with Emulsion - tracking Apparatus è un rivelatore di grande massa situato nella sala C dei laboratori del Gran Sasso. Lo scopo dell'esperimento è di rivelare la comparsa di neutrini "tau" nel fascio di neutrini muonici che con un flusso di migliaia di miliardi al giorno raggiungono i laboratori del Gran Sasso dopo esser stati generati al CERN di Ginevra, percorrendo 730 Km in poco più di 2 ms.



Il fascio di neutrini, prodotto al CERN a circa un centinaio di metri sotto la superficie terrestre, giunge ai laboratori del Gran Sasso dopo aver raggiunto una profondità massima di circa 11.4 Km per effetto della curvatura terrestre. A destinazione il fascio di neutrini si è allargato, tanto da avere una rosa dell'ordine del Km<sup>2</sup>.



Di tutto questo noi siamo stati testimoni attenti ed interessati. È stata una grande fortuna addentrarsi nell'affascinante mondo della fisica delle particelle alla scoperta dei neutrini. . . Dal Gran Sasso siamo ritornati a casa, nelle nostre aule a scuole, con delle certezze in più; con un bagaglio di conoscenze scientifiche ora senz'altro più pesante da portare sulle spalle, con più fiducia in noi stessi, sulle nostre capacità di apprendimento e sulla nostra disposizione d'animo a lasciarci coinvolgere da tutto ciò che è nuovo e costruttivo, con la consapevolezza che nulla è impossibile e che tutto può essere oggetto del nostro più vivo interesse se solo lo desideriamo. . . Questa esperienza dunque, al di là di quello che ci ha spinto a viverla, si è dimostrata una "maestra responsabile e diligente", che ha saputo in poco tempo istruire e guidare i suoi allievi, ormai alle soglie dell'età adulta, lungo la strada della crescita e della maturità. E di questo, gliene siamo grati.