

# Vai negli abissi e trova i neutrini

**Fisica.** Al largo della Sicilia si testa l'esperimento Nemo per svelare i misteri dell'Universo e della materia oscura. Previsto un sistema di rilevamento con 80 torri, alte il doppio della Tour Eiffel, poste a 3500 metri di profondità

BARBARA GALLAVOTTI

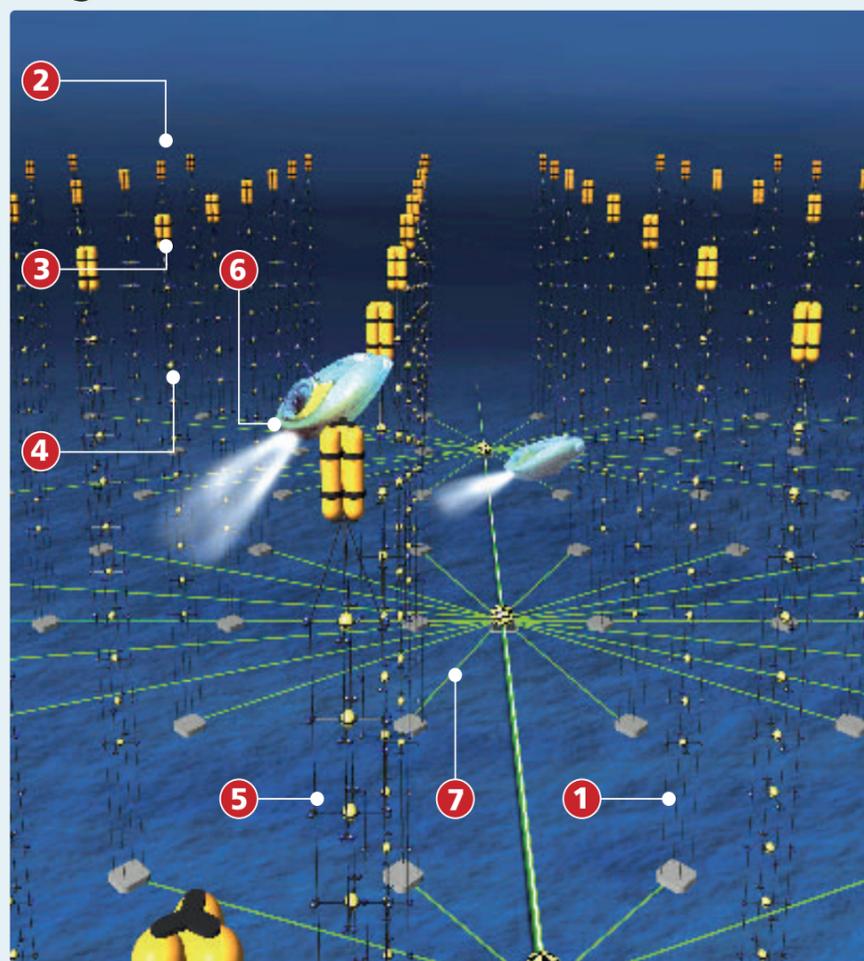
A 25 chilometri al largo delle coste di Catania il 9 dicembre la temperatura era tiepida e il mare luccicante sembrava attendere curioso l'ennesimo oggetto che gli esseri umani stavano per far scendere negli abissi. Non assomigliava a un attrezzo da pesca né agli ex voto gettati nelle acque come segno di gratitudine per una grazia ricevuta, sembrava piuttosto una cassa: un cubo dal lato di quattro metri, di un giallo squillante e calato grazie a argani con una tale cautela che giungerà a sfiorare le acque solo dopo il tramonto. La scatola si chiama «junction box» ed è una componente di un gigantesco telescopio per neutrini destinato a sorgere sul fondo al Mediterraneo. Lo scopo sarà studiare i neutrini

**Un'impresa al limite che assomiglia a quella di un antropologo che insegue dei fantasmi**

che provengono dalle più remote zone del cosmo, portando con loro preziosi indizi sulla natura dell'Universo. Ma perché sotto il mare? E perché cercare neutrini?

I neutrini sono le particelle più abbondanti dell'Universo, dopo i fotoni che compongono la luce. E, paradossalmente, sono anche fra le più sconosciute e misteriose. Sono così abbondanti che in un secondo attraverso la punta di un dito ne passano 60 miliardi. Ma non lasciano traccia, perché i neutrini interagiscono pochissimo con gli atomi che formano la materia: un fatto che è stato origine di infiniti grattacapi per i fisici. Il modo migliore per spingere lo sguardo nel mondo dell'infinitamente piccolo, infatti, è studiare i fenomeni che si producono quando le diverse particelle interagiscono fra di loro. Senza interazione ci si trova nei panni di un antropologo che desideri registrare le abitudini di una

## La grande avventura sottomarina



- 1 TORRI**  
Saranno 80, ciascuna alta 600 metri, disposte in modo da definire un volume d'acqua pari a 1 km cubo
- 2 LOCALIZZAZIONE**  
Sul fondale del Mediterraneo, a 3500 metri di profondità
- 3 BOE**  
Forniscono la spinta necessaria a tenere le torri in posizione verticale
- 4 SENSORI**  
Raccolgono i dati sul passaggio dei neutrini
- 5 RETE DI CAVI**  
Portano le informazioni dalle torri all'unico cavo collegato alla stazione sulla terraferma
- 6 ROBOT SOTTOMARINO**  
Effettuano le connessioni dei cavi di potenza e per la trasmissione dei segnali e una serie di operazioni di manutenzione
- 7 IL RILEVAMENTO**  
Una piccolissima percentuale dei neutrini che attraverserà questo spazio interagirà con gli atomi dell'acqua, producendo particelle - i muoni - le quali lasceranno una minuscola scia luminosa, che sarà captata dagli apparecchi lungo le torri. Un cavo trasferirà i segnali a terra per le analisi

Partners-LA STAMPA

atomi dell'acqua, producendo particelle chiamate muoni, le quali lasceranno una minuscola scia luminosa, che sarà captata dagli apparecchi lungo le torri. Infine un cavo trasferirà i segnali a terra».

Davanti a Catania i ricercatori hanno allestito la prima torre e l'hanno collegata, con la «junction box», a un cavo per l'alimentazione elettrica e la trasmissione dei dati. Ma perché andare dove l'acqua è profonda? «Per proteggersi dai raggi cosmici, cioè dalla pioggia di particelle che giunge dallo spazio e che produrrebbe un tale rumore di fondo da coprire i deboli segnali dei neutrini», spiega Migneco. E per minimizzare

«Così ci si protegge dai raggi cosmici che altrimenti coprirebbero i deboli segnali emessi dalle particelle»

**Emilio Migneco**  
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

il rischio dei segnali «abusivi», ci si concentrerà sulle particelle che provengono dalla metà del cosmo situata in corrispondenza dell'emisfero Sud, cioè su quelle che arriveranno dopo aver attraversato la Terra.

Apparentemente la caccia al neutrino sembra uno sport facile, in realtà le difficoltà sono enormi. Le correnti, ad esempio, poi la natura corrosiva dell'acqua, la necessità di ricorrere per le operazioni di montaggio subacqueo a robot e di far arrivare i segnali a terra. «Tenuto conto di tutto ciò, le operazioni di dicembre hanno rappresentato una prova generale», commenta Migneco. Lo strumento completo dovrebbe essere allestito dal 2009, ma non è detto che la struttura sia localizzata nelle acque siciliane. Altri team conducono test davanti alle coste francesi e greche. Sarà poi un coordinamento europeo a decidere dove sorgerà il chilometro cubo di occhi sgranati alla ricerca dei neutrini.

### Il Web

#### I siti

NEMO:  
<http://nemoweb.lns.infn.it/project.htm>

BOREXINO (GRAN SASSO):  
[http://www.lngs.infn.it/lngs\\_infn/index.htm?mainRecord](http://www.lngs.infn.it/lngs_infn/index.htm?mainRecord)  
[http://www.lngs.infn.it/lngs\\_infn/contents/lngs\\_it/public/educational/physics/experiments/current/borexino/](http://www.lngs.infn.it/lngs_infn/contents/lngs_it/public/educational/physics/experiments/current/borexino/)

SUPERKAMIOKANDE (GIAPPONE):  
<http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/index-e.html>

tribù di fantasmi, trasparenti e indifferenti al mondo materiale. Ed è un po' il supplizio di Tantalo, perché i neutrini possono fornirci indizi fondamentali per rispondere ad alcuni quesiti della fisica. Ad esempio sono sospettati di essere tra i costituenti della materia oscura, che costituisce buona parte di ciò che esiste nell'Universo, ma di cui non sappiamo nulla. E potrebbero anche indicarci quante diverse particelle esistono.

Fortunatamente qualche neutrino interagisce con la materia. Per registrare questi rarissimi eventi, però, è necessa-

rio costruire apparati giganteschi, in cui passi un numero strabiliante di neutrini. «L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare è impegnato nel progetto Nemo (Neutrino Mediterranean Observatory), che prevede la costruzione di 80 torri, ognuna alta il doppio della Tour Eiffel, a 3500 metri di profondità e disposte in modo da definire un volume di acqua pari a un chilometro cubo - spiega Emilio Migneco, direttore dei Laboratori Nazionali del Sud dell'Infn -. Una piccolissima percentuale dei neutrini che attraverserà questo spazio interagirà con gli

### Lo sapevi che?

#### Rete europea

Il medesimo cavo da cui trae energia la torre sottomarina costruita per la caccia ai neutrini alimenta una stazione abissale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Ingv): si chiama SN-1 ed è il primo nodo di una rete europea di monitoraggio dell'attività sismica sotto il Mediterraneo.

# Da Fermi fino al Gran Sasso l'inseguimento è made in Italy

**Tante ipotesi, come quella sulla nascita dell'asimmetria materia-antimateria**

LUCIANO MAIANI  
UNIVERSITÀ LA SAPIENZA - ROMA

Quasi 80 anni di caccia accanita e lui, il neutrino, ancora ci sfugge. Certo, molti dei suoi segreti sono stati svelati, ma numerosi interrogativi cruciali sulla natura dei neutrini sono ancora aperti. Ripercorriamo alcune tappe di questo affascinante inseguimento scientifico.

L'esistenza dei neutrini venne intuata dal fisico austriaco Wolfgang Pauli negli

Anni '30. Enrico Fermi inglobò la particella nella teoria sulla radioattività beta dei nuclei e le diede anche il nome che porta ancora oggi: neutrino, perché neutra e dotata di una piccola massa. Da allora il neutrino è rimasto uno degli ingredienti centrali nelle teorie che cercano di spiegare il mondo subnucleare. Il neutrino ipotizzato da Pauli e Fermi viene anche chiamato «neutrino di Dirac», perché fu modellato sulla teoria dell'elettrone proposta dal fisico inglese Paul A. M. Dirac nel 1928. Tuttavia nel 1937, un anno prima della sua misteriosa scomparsa, Ettore Majorana scoprì che una particella elettricamente neutra si può descrivere in modo più semplice e

delineò la teoria del «neutrino di Majorana».

Oggi, nonostante progressi fantastici, non sappiamo ancora se i neutrini sono «di Dirac» o «di Majorana». E non è questione di poco conto. La teoria di Majorana, infatti, potrebbe spiegare in modo naturale perché i neutrini osservati hanno masse così piccole rispetto a quelle delle altre particelle. Inoltre, un neutrino di Majorana pesante si può disintegrare in modo sbilanciato tra particelle e antiparticelle (identiche alle prime, ma dotate di cariche opposte). È stata quindi avanzata l'ipotesi che nel Big Bang primordiale si siano creati dei «neutrini di Majorana» dotati di massa straordinaria-

mente grande, i quali, decadendo, avrebbero prodotto la asimmetria materia-antimateria che osserviamo nell'Universo di oggi e da cui è derivata la possibilità della nostra esistenza. Oggi in diversi laboratori sotterranei in giro per il mondo si cerca di mettere in evidenza, finora senza successo, alcune rarissime disintegrazioni nucleari che proverebbero la natura «di Majorana» del neutrino. Presso i Laboratori del Gran Sasso, per esempio, è in preparazione un esperimento di dimensioni mai raggiunte prima, CUORE, che nel prossimo decennio potrebbe osservare questi fenomeni.

Dai tempi di Fermi e di Majorana sul neutrino abbia-

mo scoperto molte cose. Primo, che ne esistono almeno tre tipi. Inoltre, che i neutrini hanno masse piccolissime, ma non evanescenti e per questo, viaggiando nello spazio, oscillano uno nell'altro, come ipotizzato negli Anni '60 da un altro grande fisico italiano: Bruno Pontecorvo. Le oscillazioni sono state osservate con i neutrini emessi dal Sole (in Italia con l'esperimento GALLEX nei Laboratori del Gran Sasso) e con i neutrini prodotti nell'atmosfera dai raggi cosmici (in Giappone con SuperKamioKande). Per studiare le oscillazioni dei cosiddetti neutrini «muonici», poi, è stato costruito l'esperimento CNGS: è un fascio di neutrini lanciati dal CERN di Ginevra e rivelati nei Laboratori del Gran Sasso. CNGS è in funzione dall'estate e ci dirà se i neutrini di tipo «muonico» si trasformano in neutrini di tipo «tau», come previsto dalla teoria, o se dobbiamo aggiungere un altro punto di domanda alla lista dei misteri.

Gli studi sull'Universo primordiale ci portano invece al

test NEMO, di cui si parla in questa pagina. Si usano i neutrini di alta energia nel ruolo di messaggeri, portatori di informazioni dalle parti del cosmo da cui la luce non può emergere facilmente. Inoltre, i neutrini viaggiano senza essere deviati dai campi magnetici, come i protoni, o assorbiti dai corpi che si frappongono, come la luce. Quindi, con questi potremo ricercare nuove sorgenti puntiformi, sedi dei fenomeni che sappiamo avere luogo nell'Universo. L'osservazione del cosmo attraverso i neutrini, dopo le onde radio o i raggi X e gamma, è un'avventura che può aprire orizzonti inesplorati.

Dai tempi di Fermi in poi i fisici italiani hanno dato contributi fondamentali alla fisica dei neutrini. Oggi, organizzati nell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, continuano la tradizione con CNGS, CUORE e, speriamo, con NEMO. È una «success story» che ci dice che fare ricerca, attrarre i giovani anche di altri Paesi, creare nuove conoscenze, in Italia, è possibile. Ci possiamo pensare su?