



Speciale

## Tutte le vie dei popoli

In anteprima su Galileo le mappe delle popolazioni del pianeta che l'editore Adelphi pubblica in questi giorni in "Storia e geografia dei geni umani", opera monumentale dei genetisti Luca Luigi Cavalli Sforza, Alberto Piazza e Paolo Menozzi. Per ripercorrere l'affascinante storia della nostra specie, alla ricerca dell'antenato comune. E della madre di tutte le lingue

di Fabio G. Rando e Anna Meldolesi

oggi nelle

news

FORUM

[La scuola in rete](#)[Un appello  
per via Panisperna](#)

### Dal Big Bang ai monopoli

Da quando il fisico Paul Dirac ne ha previsto teoricamente l'esistenza, c'è una particella che continua a sfuggire all'osservazione diretta degli scienziati. E' il monopolio magnetico, una particella primordiale che forse si è formata nei primi istanti di vita dell'universo. Trovarla oggi sarebbe la gioia di molti fisici e cosmologi, un viaggio nel passato remoto del cosmo

di Marta Cerù

### Chi resta fuori dalla scienza?

Donne, giovani ricercatori appena laureati, minoranze etniche. Sono soprattutto loro le fasce discriminate, anche nel mondo della scienza. Dove invece dovrebbero dettare legge il merito e le capacità. Lo denunciano con una serie di articoli pubblicati su Nature quattro ricercatori. Tre uomini e una donna...

di Valentina Sereni

### Il codice segreto della discordia

E' battaglia negli Stati Uniti sul libero uso della crittografia elettronica. In ballo il futuro economico e commerciale della rete. E lo scontro divide il mondo politico: da un lato c'è chi vede nei codici segreti l'unica via per uno sviluppo sicuro del business telematico. Dall'altro chi, come la vecchia guardia, li considera soprattutto un pericolo e un'arma in più per cybercriminali di ogni genere

di Marina Marrazzi

### PSICOLOGIA

Musica per gli acquisti  
I brani che ascoltiamo al supermercato possono orientare i nostri acquisti. Lo rivela una ricerca inglese pubblicata su Nature

Valentina Balli

### AMBIENTE

L'Amazzonia privatizzata  
In Brasile nuove concessioni per abbattere la foresta pluviale. Ma gli ambientalisti contestano la "distruzione sostenibile"

Yurij Castellfranchi

### COMUNICAZIONE

Un artista che piace ai matematici  
Un convegno celebra il centenario della nascita di Maurits C. Escher, genio della grafica, in Italia ancora poco apprezzato

Michele Emmer

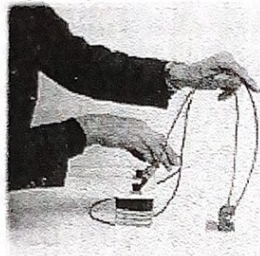
## Dal Big Bang ai monopoli

[Torna le voci dei popoli](#)

["Chi resta fuori dalla scienza"](#)

[Il cerchio agitato della discordia](#)

Un'ipotetica particella avvicina la cosmologia alla fisica delle particelle



elementari: si chiama monopolo magnetico e vederla sarebbe la gioia di molti fisici. Da una parte coloro che studiano l'evoluzione dell'universo secondo la teoria del Big Bang e dall'altra chi cerca le prove di una teoria unificata per descrivere tutte le forze che intervengono tra le particelle.

[E Macro resta in attesa](#)

Ma i continui sforzi compiuti nel tentativo di produrre monopoli, cioè cariche magnetiche singole, facendo scontrare altre particelle negli acceleratori, sembrano essere vani. E questo è il senso della frase "assenza di evidenza" con cui la rivista inglese *The Economist* riassume i risultati delle ricerche condotte presso l'Università della California a Berkeley dal fisico Yudong He e dai suoi collaboratori. Esito negativo hanno dato infatti cinque anni di scontri tra ioni pesanti, cioè atomi che hanno perso o acquistato un elettrone, con i quali si sperava di produrre i monopoli classici previsti già dal fisico Dirac e mai osservati.

Stabilire che i monopoli non esistono sarebbe altrettanto importante che scoprirli. Ma non è questa la conclusione che si può trarre dalla lettura di questi risultati. E ciò appare chiaro dall'articolo originale, pubblicato dal gruppo di He sulla rivista *Physical Review Letters*, in cui viene posto soltanto un limite inferiore all'energia necessaria a produrre questi oggetti. Il risultato non è quindi in sé particolarmente esaltante, ma offre lo spunto per cercare di capire le motivazioni che spingono gli scienziati a continuare le ricerche.

L'idea del monopolo magnetico nasce, come spesso succede in fisica, per un'esigenza estetica di simmetria nell'elettromagnetismo. Poiché esiste la carica elettrica, cioè l'elettrone che genera il campo elettromagnetico, allora dovrebbe esistere anche la singola carica magnetica. Ma se si prende un magnete naturale non è possibile separare il polo positivo da quello negativo. In qualunque modo si cerchi di spezzare una calamita, anche dividendola in parti sempre più piccole, fino a raggiungere dimensioni atomiche, questa presenterà sempre due polarità. Così, si scopre che gli stessi atomi sono dei dipoli magnetici che presentano un polo positivo e uno negativo se immersi in un campo magnetico.

Fu Dirac a formalizzare teoricamente l'idea di una particella con carica magnetica che, non solo rendeva perfettamente simmetriche le equazioni di Maxwell (che descrivono i fenomeni elettromagnetici), ma giustificava perché la carica elettrica fosse quantizzata. Un tale oggetto doveva avere una carica magnetica pari a circa 68 volte la carica elettrica ed essere per questo facilmente riconoscibile. Se infatti una carica elettrica in movimento produce un campo magnetico, un campo elettrico sarà generato da una carica magnetica accelerata. Con opportune spire superconduttrici è possibile misurare la corrente indotta da questo campo e risalire così alla particella che l'ha generato, il monopolo appunto.

Già a partire dagli anni Cinquanta, molti degli acceleratori di particelle ospitarono esperimenti che tentavano di produrre monopoli. Non solo. Poiché questi oggetti possono essere intrappolati da un materiale magnetico, i monopoli vennero cercati anche nei meteoriti e sulla Luna. Ma fino a oggi, nonostante la possibilità di raggiungere energie sempre maggiori, acceleratori come il Fermilab di Chicago, il Pep di Stanford, o il Lep del Cern, non sono riusciti a creare e osservare una carica magnetica.

Il contesto si è ampliato e complicato quando, negli anni Settanta, l'esistenza dei monopoli fu legata ai modelli che spiegano l'evoluzione dell'universo e alla teoria del Big Bang. E' a questo punto che la possibilità di osservare queste cariche magnetiche ha cominciato ad attrarre anche i cosmologi. Una nuova prospettiva fu fornita dalle teorie di grande unificazione (le cosiddette GUT), e dalle teorie supersimmetriche. Secondo queste teorie, una sola forza sarebbe all'origine di tutte le interazioni possibili tra le particelle, anche se ci

appare separata nelle quattro interazioni fondamentali: la forza forte, quella debole, quella elettromagnetica e quella gravitazionale. Il problema è che una tale unificazione è teoricamente possibile solo ad altissima energia, dell'ordine di quella caratteristica dei primi istanti di vita dell'universo.

Secondo la teoria del Big Bang, dopo l'esplosione iniziale l'universo era piccolissimo, molto denso e caldissimo, e ogni particella si allontanava dalle altre. Questa espansione lo faceva gradualmente raffreddare, causando successive transizioni e rotture di simmetria. Per meglio comprendere il fenomeno, possiamo immaginare la superficie di un lago che, per un abbassamento di temperatura, cominci a solidificare. In questo caso avviene quella che si chiama una transizione di fase, cioè un passaggio tra due stati: da quello liquido a quello solido. Se il liquido può essere descritto da leggi fisiche simmetriche rispetto alla rotazione, quando congela e forma un cristallo, questa simmetria si rompe spontaneamente. Inoltre, regioni diverse del lago solidificano indipendentemente, e nelle zone di confine si formano dei mucchietti di ghiaccio. Sarebbero proprio questi agglomerati a rappresentare, nella metafora del lago, i monopoli.

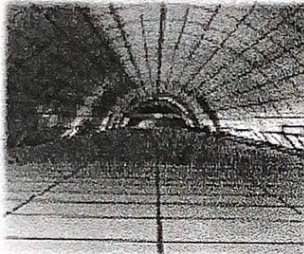
E' in una simile transizione di fase, infatti, e precisamente in quella che ha portato alla separazione tra la forza forte e quella elettrodebole che, secondo i fisici teorici, si sono creati i monopoli magnetici. Queste particelle primordiali potrebbero essere sopravvissute fino a oggi: in questo senso la loro esistenza è legata alla cosmologia. Scoprirli ora equivarrebbe ad andare indietro nel tempo per guardare da vicino i primi istanti di vita dell'universo, ancora così pieni di mistero.

**Marta Cerù**

**HOME** **ARCHIVIO** **MULTIMEDIA** **FORUM** **MAGAZINE** **JOURNAL** **E-MAIL**  
**SEARCH** **WEBZONE**

## E Macro resta in attesa

In silenzio, sotto il Gran Sasso, Macro (Monopoles And Cosmic Rays Observatory) è costantemente all'erta, e con lui sono in attesa gli scienziati che



sperano di poter riconoscere il passaggio degli ipotetici monopoli magnetici, originati durante i primi istanti di vita dell'universo. "Finora è stato visto un solo evento candidato a essere un monopolio: nel 1982, a Stanford, il fisico Blas Cabrera riuscì con una spira superconduttrice a osservare il passaggio di una di queste particelle. Ma purtroppo non c'è mai stata la conferma di un secondo evento. Dal punto di

vista teorico sembra ragionevole prevedere l'esistenza di questi oggetti, ma è chiaro che se non si trovano vuol dire che non ci sono". A parlare è il fisico Vincenzo Patera che da anni si occupa dell'esperimento Macro come ricercatore dell'Università associato all'Infn. Galileo gli ha posto alcune domande.

### Dottor Patera, perché è nato Macro?

"Innanzitutto occorre fare una distinzione tra i monopoli magnetici classici, previsti dalla teoria di Dirac, e i monopoli di Gut. I primi sarebbero particelle veloci e da sempre sono stati cercati con gli acceleratori di particelle. Ma c'è un problema: poiché in queste macchine si "sbatacchiano" oggetti per trasformare la loro massa in energia, se l'energia del centro di massa è troppo bassa per produrre i monopoli, non riusciremo mai a vedere direttamente questi oggetti. Macro è un esperimento nato per trovare, se esistono, i monopoli di Gut, cioè quelle particelle che sarebbero state prodotte nella transizione di fase che ha separato la forza forte da quella elettrodebole. Nel "bestiario" delle particelle elementari, questi oggetti sono sicuramente una delle cose più affascinanti da cercare: la loro scoperta sarebbe una conferma della teoria di grande unificazione che li genera, del modello del Big Bang e delle teorie inflazionarie, cioè quelle teorie che spiegano come si è espanso l'universo dopo l'esplosione iniziale. Il problema è che si ha a che fare con energie impossibili da riprodurre sulla Terra con qualsiasi acceleratore presente o futuro. Occorre quindi adottare strategie che prescindano dall'idea di creare monopoli, e Macro è una di queste. L'esperimento è progettato per vedere i raggi cosmici, cioè la pioggia di particelle che investe continuamente il nostro pianeta, nella speranza di trovare tra queste anche qualche monopolio".

### E che probabilità ci sono?

"Purtroppo si tratta di particelle estremamente rare. Infatti la loro densità si sarebbe ridotta drasticamente nel corso dell'evoluzione dell'universo. Anche se valutarla è un problema ancora aperto, vi sono dei limiti che dicono che i monopoli presenti non possono essere più di un certo numero".

### Per esempio?

"Il più importante è il limite di Parker, che è imposto dal campo magnetico galattico. Sappiamo che una carica elettrica viene accelerata in un campo elettrico succhiando energia al campo. Lo stesso succederebbe a una carica magnetica in un campo magnetico. Quindi se la densità di monopoli fosse troppo alta si noterebbe una riduzione del campo galattico che andrebbe a zero. Altri limiti sono quelli imposti dagli esperimenti stessi di rilevazione. Infatti se raccogliendo una certa quantità di dati non vengono visti monopoli, vuol dire che la loro densità è minore di un limite che si può calcolare. Tra gli esperimenti presenti, solo Macro, con anni di raccolta di dati, ha superato il limite teorico di Parker, trovando che la densità di monopoli, se esistono, è più bassa di quella imposta dall'esistenza del campo magnetico galattico".

### Quali sono le caratteristiche di Macro?

"Si tratta di un esperimento che copre una zona lunga 110 metri, larga 12 e alta 9 e che si basa su tre metodi diversi per riconoscere il passaggio di particelle. E' in grado di vedere tutte le particelle che investono la terra provenendo dall'universo tra cui anche gli eventuali monopoli. Lo schermo del Gran Sasso, circa mille metri di roccia ricoprono la galleria in cui si trova, assorbe gran parte delle particelle eliminando il rumore di fondo, costituito dai raggi cosmici, sempre presente in questo tipo di esperimenti".

Marta Cerù