

**FISICA.** In un convegno in Val d'Aosta il punto sulle recenti «scoperte» al Cern e al Fermilab

■ LA THUILE. (Aosta). William Carithers mostra in grafico le vistose e inattese anomalie, rilevate al Tevatron del Fermilab di Chicago quando, insieme a Giorgio Bellettini e agli altri 450 colleghi della collaborazione CDF, ha sparato nell'acceleratore Tevatron l'un contro l'altro getti di protoni e di antiprotoni ad alta energia. Veicolate dai media, quelle anomalie sono state presentate come indizio di nuova fisica e hanno già fatto il giro del mondo. Perché potrebbero indicare che i quark non sono particelle elementari, ma sono a loro volta composte di particelle ancora più piccole, i preoni. Ma Carithers è perentorio: «Finché le incertezze nella teoria della cromodinamica quantistica (QCD) non saranno meglio chiarite, ogni pretesa di nuova fisica è infondata».

Gigi Rolandi riconferma che, sparando l'uno contro l'altro getti di elettroni e di positroni con un'energia intorno ai 100 GeV nell'acceleratore Lep che il Cern sta potenziando a Ginevra, lui e i colleghi della collaborazione Aleph hanno rilevato nei mesi scorsi vistose anomalie. E che difficilmente queste strane anomalie possono essere considerate banali fluttuazioni statistiche. Qualcuno le ha interpretate come un vago indizio della presenza dell'inafferrabile «bosone di Higgs», o, comunque, di nuova fisica. Ma Rolandi taglia corto: «Noi della collaborazione Aleph non abbiamo alcuna interpretazione per questi eventi inattesi».

Siamo a «Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste», organizzati, come al solito, dal fisico sperimentale Giorgio Bellettini, dell'Infn di Pisa, e dal fisico teorico Mario Greco, dei Laboratori Nazionali Infn di Frascati. Ed è stato appena servito il piatto forte di questa decima edizione degli incontri valdostani di fisica delle alte energie: la tavola rotonda che venerdì, 8 marzo, ha radunato quasi tutti i principali protagonisti dei due o tre recenti esperimenti che sembrano voler smuovere le acque e far emergere inattese novità nel campo della fisica subnucleare, dopo due o tre lustri di piatta e frustrante bonaccia. E, infatti, il menù della tavola rotonda è chiaro e invitante: «Indizi di nuova fisica al Tevatron e al Lep. Cosa sono?»

Al primo assaggio, però, il piatto forte sa di prudenza. L'aroma di nuova fisica non si sente. E, anzi, c'è aria di deciso e radicale ridimensionamento delle aspettative. Di un esperimento di cui nei corridoi si mormora molto, quello del Fermilab che avrebbe rilevato a sua volta tracce del bosone di Higgs, addirittura nessuno parla. Ma aspettate, prima di abbandonare, delusi, il desco. Perché la tavola rotonda sta per trasformarsi in una viva, attuale, straordinaria lezione di sociologia della scienza.

Che affronta, analizza in profondità e dibatte appassionatamente tre problemi ma da poco. Riassumibili in altrettante domande. Quando è lecito dire, oggi, che è stata «davvero» scoperta una nuova particella elementare? Quando è lecito ad un fisico sperimentale delle alte energie dare dignità scientifica a certi indizi e interpretare i risultati che ottiene? Quando, infine, è lecito a un giornalista che si occupa di fisica delle alte energie dare conto al grande pubblico di questi indizi e delle loro interpretazioni?

La fisica fondamentale, con le sue particelle non direttamente osservabili, sfida da decenni il nostro «realismo ingenuo». Qualcuno ritiene addirittura che oggetti ormai familiari ma direttamente inosservabili, come gli elettroni, i protoni o i neutroni, non siano oggetti «reali». Nel senso che la loro esistenza non è «data» una volta e per sempre, ma è legata al quadro teorico che li contempla. Elettroni e nucleoni esisteranno solo finché le teorie che li prevedono saranno corroborate dalle osservazioni. Se, come è successo in passato ad altri inosservabili, quali il calorico o l'etere, le teorie che li prevedono verranno falsificate, questi «oggetti», che noi consideriamo reali, potrebbero non esistere più.

**Ma i quark esistono?**  
Tanto scetticismo può apparire paradossale. In realtà noi possiamo seguire in modo «abbastanza» diretto le vicissitudini dell'inosservabile neutrone dopo che è stato emesso da un nucleo atomico e prima che venga assorbito da un altro nucleo. Di un protone possiamo vedere addirittura le tracce che lascia in un rivelatore. Insomma, è difficile pensare che questi oggetti



DAL NOSTRO INVIATO PIETRO GRECO

Disegno di Mitra Dhwahil

**Chi spacca il quark in quattro?**

non vivano di vita propria e siano del tutto indipendenti dalle teorie che li prevedono. Un discorso molto diverso vale per i quark, di cui, secondo la teoria della cromodinamica quantistica, sono composti i protoni e i neutroni. Non solo nessuno ha mai visto un quark. Ma nessuno ha mai visto una traccia diretta lasciata da un quark. Essi sono emersi su dagli esperimenti di «scattering» di elettroni e muoni condotti alla fine degli anni '60 allo SLAC di Stanford, al DESY di Amburgo, al Fermilab di Chicago e al Cern di Ginevra. Ma sono emersi anche e, forse, soprattutto dai calcoli matema-

tici con cui sono stati interpretati quegli «scattering». I quark sono autentici inosservabili. Noi li consideriamo particelle «reali», solo perché consideriamo molto affidabile quella parte della teoria cromodinamica che li prevede. Se però questa teoria dovesse crollare, sarebbe legittimo dubitare anche dell'esistenza dei quark. Al contrario, ci sono molte incertezze e molti dubbi («matematici» non risolti in quella parte della teoria cromodinamica necessaria a far «emergere» le anomalie rilevate al Fermilab da Giorgio Bellettini e William Carithers. Per questo, pur essendo quelle anoma-

lie quasi certamente «reali», allo stato è difficile darne un'interpretazione fisica univoca e credibile. Perché allo stato è impossibile dire, come sottolinea il teorico Mario Greco, che pure ha fornito il quadro fisico-matematico di base per poterle rilevare, se sono anomalie spiegabili all'interno della teoria stessa. O se, al contrario, esprimono nuova fisica. In definitiva è difficile dire se quelle anomalie rappresentano, o meno, una «scoperta». Lo sapremo solo tra qualche tempo. Se e quando i risultati saranno consolidati. E (soprattutto) se e quando la teoria diventerà meno incerta.

Per queste ragioni quella prudenza che offre a profusione la tavola rotonda e che a noi, non addetti ai lavori, può apparire poco appetibile, è reclamata a viva voce dai fisici provenienti da tutto il mondo presenti in sala.

**Gli indizi al Fermilab**  
Non si può, dunque, parlare di «scoperta» né per le anomalie rilevate al Fermilab, né per le anomalie rilevate al Cern. Ma le si può considerare, quelle anomalie, indizi su cui fondare delle interpretazioni scientifiche?

Beh, è qui che si accende la vera discussione. William Carithers, per esempio, ne è convinto. Le incertezze della teoria, dice, non consentono di considerare a tutti gli effetti nuova fisica i risultati del Fermilab. Comunque... Comunque è possibile considerarli indizi di nuova fisica. E, quindi, tentarne una interpretazione. Se le anomalie sono «reali», propone William Carithers, allora potrebbero indicare che i quark sono particelle composte. Oppure, in subordinata, che ci siamo imbattuti in particelle supersimmetriche, previste cioè da una teoria finora mai verificata. O, infine, che abbiamo incontrato un nuovo bosone intermedio, tipo Z.

La prima interpretazione, quella relativa ai quark composti, ha attirato l'attenzione dei media. L'indizio è stato ripreso e rilanciato nel mondo dalla rivista scientifica *Science* e in Italia, più modestamente, dall'*Unità*. Ma la comunità dei fisici è scettica anche rispetto a questa proposta minima. Guido Altarelli, fisico teorico del Cern, sintetizza le perplessità prevalenti in sala. «Non potete dire», sostiene rivolto a Carithers e Bellettini, «che le anomalie al Tevatron sono un indizio che i quark sono particelle composte. È come se di fronte a una febbre leggera, un medico dicesse che è indizio di un cancro al cervello». Insomma, sottolinea Altarelli, c'è una differenza tra una remota ipotesi e un serio indizio scientifico.

L'etica, non scritta, della comunicazione scientifica vuole che le ipotesi remote vengano dibattute e verificate nel chiuso dei laboratori. E che siano proposte in pubblico, nelle sedi istituzionali della comunicazione scientifica (riviste, libri, convegni) solo i seri indizi. Ma quanto incerto sia questo confine è proprio Altarelli a dimostrarlo. Quando propone, sia pure con un grosso punto interrogativo, la sua personale spiegazione delle altre anomalie, quelle rilevate al Cern dalla collaborazione Aleph. Potrebbero essere, sostiene il fisico teorico, indizi del decadimento di particelle supersimmetriche; oppure indizio di un particolare decadimento del bosone di Higgs; o, infine, indizio della presenza di particelle esotiche.

Anche in questo caso si tratta di ipotesi di lavoro (interessanti, ma più o meno remote) da verificare e non di spiegazioni del fenomeno. Il fatto è che non c'è alcun modo generale per stabilire a priori se un'ipotesi di lavoro è abbastanza poco remota da essere degna di discussione nelle sedi istituzionali della comunicazione scientifica. Il problema va risolto caso per caso. E va affidato alla sensibilità, oltre che alla preparazione, dei singoli.

**Lo scoop di «Science»**  
Resta aperto l'ultimo dei quesiti. Quando un indizio o un'ipotesi di lavoro sono degni di essere ripresi dai mezzi di comunicazione di massa? Ovvero, *Science* e, più modestamente, *L'Unità* hanno fatto bene a dare notizia, con un certo rilievo, delle anomalie riscontrate da Bellettini e Carithers? Anche qui non c'è una regola certa. Il giornalista, come il fisico, ha il dovere di dare una notizia in modo corretto. Non può spacciare per una scoperta già avvenuta una semplice ipotesi di lavoro. Di più: il giornalista deve collocare la notizia nel giusto contesto storico e scientifico. Ma, a differenza del fisico, ha anche il dovere di dare la notizia, se la ritiene interessante per il lettore. E talvolta un indizio, una mera ipotesi di lavoro, come quelli relativi alle anomalie rilevate al Fermilab e al Cern, possono avere un notevole interesse. Come dimostra il fatto che gli stessi fisici ne hanno fatto oggetto di un appassionante tavola rotonda in un loro prestigioso convegno.

**Il Santuario di Lourdes su Internet**

Miracoli via rete? Perché no. Basta avere fede e convinzioni profonde anche Lourdes su Web può avere i suoi effetti. La notizia diffusa dall'agenzia francese AFP tratta, tratta, come avete capito, del sito del più famoso santuario del mondo occidentale, che insieme al comune della cittadina del sud della Francia, entra in Internet. Segnate: <http://lourdes.edi.fr/lourdes>  
Da quando è stato lanciato, un mese fa circa, già 6289 sono stati i contatti, il 30% dall'estero. Il server è attualmente costituito da due parti: il Santuario con i messaggi di Lourdes (gli avvenimenti dell'apparizione della Vergine a Bernadette e le apotele della Vergine) e il calendario dei pellegrinaggi. Tra non molto anche informazioni turistiche su alberghi e prenotazioni.

**Ozono: aumentano i rischi. Il Wwf accusa l'Italia**

Il Wwf attacca il governo «L'Italia contribuisce a dismisura ad allargare il buco dell'ozono. Si cerca con trucchetti di emendare la legge salvozona (severa ma disapplicata) per proteggere i distributori di Cic e Hcfc» dicono dal Fondo Mondiale per la Natura. Intanto come tutti gli anni anche quest'anno, nel periodo di passaggio tra l'inverno e la primavera, si riscontra la massima riduzione dell'ozono stratosferico anche sul Mediterraneo, con punte di diminuzione fino al 10-15% in alcuni giorni di febbraio-marzo. E' quanto fa notare Vincenzo Ferrara, responsabile Enea per i cambiamenti climatici che, nel commentare il record del buco dell'ozono sopra l'Artico, sottolinea come «queste impennate nell'assottigliarsi dell'ozono stratosferico sono legate più che altro a fattori meteorologici, come il ritirarsi del fronte polare che ad alta quota provoca una rottura della tropopausa». Anche eliminando le oscillazioni interannuali, come appunto quelle che si verificano nell'emisfero Nord in questo periodo, l'esperto fa notare che sul Mediterraneo in 10 anni lo strato di ozono si è ridotto in media del 3-5%. Non si tratta di un buco omogeneo come quello sopra l'Antartide, ma di riduzioni repentine, che tornano alla normalità nel giro di poco tempo. «In ogni caso - aggiunge Ferrara - anche alle nostre latitudini la radiazione ultravioletta arriva a terra più violentemente che in passato. Ecco perché per l'estate prossima l'Enea, su incarico del Ministero dell'Ambiente, diffonderà per il secondo anno i bollettini giornalieri sulla tintarella sicura». E ancora: Enea, Cnr e il Servizio meteorologico dell'aeronautica stanno uniformando i dati sull'ozono per immetterli sulla rete meteorologica mondiale.

**Intervista col geofisico Ezio Tabacco, reduce da una spedizione nel continente bianco**  
**In Antartide, alla ricerca del clima che fu**

■ Che impressione farà respirare una boccata d'aria di trecentomila anni fa? Ci vorrà ancora qualche annetto per saperlo, ma intanto il sito di perforazione nella calotta polare antartica è stato individuato dal geofisico Ezio Tabacco, dell'Università di Milano. È la prima volta e si tratta di un grosso risultato scientifico, ma ce n'è voluto del tempo, ben quattro spedizioni in Antartide, l'ultima delle quali risale al dicembre scorso.

Partito da Milano il 27 ottobre per la Nuova Zelanda, il prof. Tabacco si è successivamente imbarcato su un «Hercules C. 130» dell'aviazione militare italiana da Christ Church per Terra Nuova Bay, sede della Base italiana. Da lì, sistemati strumenti e aereo (un bimotore Twin Otter canadese), è messa a punto l'esecuzione dei rilievi nell'area di Terra Victoria, in cinque ore di volo è stata raggiunta Dome Concordia sulla calotta est antartica, quota 3.300 sul livello del mare, 1.200 Km di distanza dalla base italiana. La spedizione era composta da sei scienziati (5 italiani e un francese) e da otto componenti della «Traversa» (modo gergale per indicare una spedizione via terra, con gatti delle nevi e trattori): cinque meccanici, un navigatore, un medico e un giovane glaciologo francese.

**Prof. Tabacco, quali erano gli obiettivi scientifici della spedi-**

zione? Una spedizione in Antartide alla ricerca dell'aria di 250.000 anni fa. Negli eterni ghiacciai del continente bianco ci sono le tracce dell'atmosfera del passato. Ezio Tabacco, geofisico dell'università di Milano, ha individuato il sito dove trovarle e tirarle fuori incontaminate. Le sue fatiche contribuiranno a comprendere meglio la storia climatica del nostro pianeta. E, magari, la sua evoluzione futura.

**IBIO PAOLUCCI**

Primo obiettivo, l'esplorazione geofisica per la determinazione dello spessore e delle caratteristiche del ghiaccio e la morfologia del fondo roccioso. Ricerca condotta da me e dal giovane tecnico elettronico Andrea Passerino, del Dipartimento di fisica di Milano. Secondo obiettivo, la determinazione delle misure geodetiche e topografiche finalizzate allo studio dei movimenti orizzontali del ghiaccio della calotta. Titolari della ricerca i professori Vitturi e Gandolfo di Roma. Terzo, stabilire le misure atmosferiche con lancio di palloni. Se ne è occupato il prof. Jean Vernet, del Cnr francese. Quarto, determinare le misure dei rumori delle radiazioni cosmiche. La ricerca è stata fatta dal prof. Dalloglio, di Roma.

**E come sono andate le cose?**  
Questa volta, finalmente, tutti gli obiettivi scientifici sono stati raggiunti al 100%. Ciò è stato possibile anche e soprattutto per la grande capacità e l'intensa collaborazione dei tecnici francesi della «Traversa» e dei tecnici italiani del PNRA (Progetto nazionale ricerche antartiche).  
**Ci parli del «buco», prof. Tabacco. L'anno scorso, se non sbaglio, questo obiettivo, ritenuto centrale, non era stato raggiunto. Questa volta, invece, se ho ben capito, ce l'avete fatta.**  
Esatto. La volta precedente l'obiettivo fallì per via della rottura di alcune attrezzature scientifiche durante la lunga «Traversa». Veniamo al «buco». Quello che si doveva trovare era il sito ottimale dove effettuare la perforazione della calotta. Un sito che deve rispondere ad un requisito essen-

ziale, che assicuri che tutto il ghiaccio abbia avuto il minimo spostamento orizzontale nel lungo periodo, in modo tale da poter essere certi di avere una precisa correlazione tra profondità del ghiaccio e sua età. Per esemplificare, si doveva essere sicuri che, poniamo, a 3.000 metri di spessore, si potesse incontrare un ghiaccio vecchio di 250.000 anni. Questi dati, naturalmente, si riferiscono alla calotta antartica. In Groenlandia, a parità di spessore, corrispondono età inferiori, a causa delle maggiori precipitazioni di neve.

**Con quali criteri si effettua la scelta?**  
Primo, ricercando sulla calotta il culmine topografico, dal quale, per gravità, si muove il ghiaccio. Questo «culmine» era stato trovato nella campagna del '93. Secondo, verificare che in corrispondenza del «culmine», il fondo roccioso sia a morfologia piatta. Terzo, verificare che le stratificazioni interne al ghiaccio siano il più possibile orizzontali per evitare il rischio di un mescolamento di ghiacci di età diversa.

**E come avete proceduto?**  
Nell'area attorno al «culmine» è stato effettuato dall'aereo un rilievo radar su di un rettangolo di 120 per 80 Km, allo scopo di individuare l'andamento «regionale» del fondo roccioso. In totale sono stati esplorati circa 3.000 chilometri. L'elaborazione dei dati ha consentito di stabilire le coordinate del sito di perforazione. Che sarà di circa 3.250 metri, corrispondenti a 300.000 anni dal presente. Attraverso i rilievi radar si sono misurati spessori di ghiaccio compresi tra i 2.500 e i 4.000 metri.

**Qual è l'utilità di questa ricerca scientifica?**  
Il progetto italo-francese «Dome Concordia», unitamente al progetto europeo EPICA (Progetto europeo di perforazione in Antartide), ha come scopo la ricostruzione del clima degli ultimi 300.000-500.000 anni sul nostro globo. Da tali studi si possono ricostruire i meccanismi climatici e, quindi, individuare le tendenze climatiche evolutive in corso, ciò che ci consentirà di stabilire, ad esempio, se siamo in un periodo glaciale o no, se il nostro pianeta va verso un periodo di riscaldamento non sopportabile o meno. La conoscenza del passato, anche in questo caso, servirà per fare previsioni sul futuro del nostro pianeta.

**UN SUCCESSO DELLE BIOTECNOLOGIE**

**Un orecchio di plastica e di tessuti umani «vive» in un topo da laboratorio**

■ A piccoli passi, verso l'uomo bionico. Ne sono convinti due scienziati statunitensi che hanno già «coltivato» con successo un orecchio umano in laboratorio e che in un'intervista al quotidiano britannico *Dail Mail* dipingono un futuro non lontano in cui si potrà «costruire un corpo umano a partire dalle sue parti realizzate in vitro».

Per ora si tratta di un sogno. Anche se alcuni passi preliminari sono stati effettuati con un certo successo. Charles Vacanti, dell'università del Massachusetts, e il fratello Jay, della facoltà di medicina dell'università di Harvard, gli scienziati che hanno rilasciato l'intervista, sono infatti «ingegneri di tessuto», tecnici in grado di intervenire sui processi riproduttivi delle cellule delle varie parti del corpo umano per tentare di «coltivare» in vitro membra e organi utilizzando i naturali processi di crescita. Le ricerche vanno avanti da anni in diversi laboratori.

Ma i fratelli Vacanti, che in vitro hanno già coltivato anche una trachea, ritengono di poter passare fra qualche tempo a ricreare arti, con tanto di muscoli e ossa, e vivere grazie a variazioni della biotecnologia che ha già permesso loro di coltivare un orecchio impiantando cellule di cartilagine umana su una struttura di plastica biodegradabile. Per mostrare che si tratta di un orecchio funzionante, i fratelli Vacanti alcuni mesi fa lo hanno trapiantato su un topo. Pare che l'orecchio l'orecchio sia vascolarizzato e costituito di tessuto «vivo».

Per parti più complesse, spiega Charles, bisognerà lavorare in più fasi per ottenere i diversi tessuti che formano un singolo organo oppure ossa, muscoli e vasi sanguigni «applicando alla struttura in via di formazione dei sistemi per l'irrorazione sanguigna e il drenaggio delle sostanze di scarto». Con un motore a valvole elettrico appropriato si potrà costruire anche un cuore semiartificiale. Armerà comunque il giorno in cui, prelevando piccoli campioni di tessuto a un mutilato «in sei settimane circa si potrà coltivare un intero braccio» da trapiantare poi all'interessato, dice Charles. Lo stesso si potrà fare con organi interni come il fegato per chi ha bisogno di un trapianto o per restituire il seno a una donna sottoposta a mastectomia.