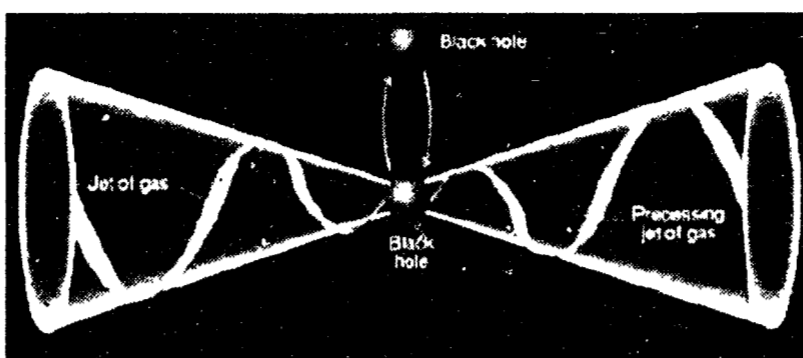




### Medicina L'ultimo regalo del «bambino nella bolla»

David, il «bambino nella bolla» ritratto in questa foto che risale all'inizio degli anni 80, è morto. Dopo aver speso l'intera sua esistenza in una camera asettica, completamente isolato dal mondo. E da ogni possibile veicolo di infezione. Malato com'era di una grave forma combinata di malattia da immunodeficienza, chiamata SCID, il suo organismo era assolutamente incapace di contrastarli. Come invece fa il nostro organismo, garantendoci la possibilità di non ammalarsi in continuazione. Una volta penetrato nell'organismo di David, invece, ogni agente infettivo lo avrebbe in breve dominato. La causa di questa sindrome, che colpisce un neonato su centomila, è rimasta a lungo ignota. Ora alcuni ricercatori americani, studiando il materiale genetico di David, pare abbiano individuato il gene responsabile di almeno un caso su due della immuno-deficienza. Se il risultato verrà confermato, la lotta contro la SCID, potrebbe portare a un deciso progresso nella lotta contro la grave malattia.



### Due buchi neri in un quasar

La «quasi stella», quasar per gli astrofisici, è l'oggetto più brillante dell'universo. In uno spazio grande solo due volte il nostro Sistema Solare è concentrata energia 100 volte maggiore che in un'intera Galassia, formata da miliardi e miliardi di stelle. Bene, la «quasi stella» schematizzata in figura appartiene alla costellazione del Drago. E secondo un gruppo di ricercatori olandesi e americani, contiene nel suo centro due grossi buchi neri. Ciascuno dei quali 100 milioni di volte più pesante del nostro Sole. Molti sostengono che nel cuore dell'oggetto più luminoso dell'universo, il quasar, c'è sempre un buco nero, che è l'oggetto più scuro dell'universo. In questo caso, invece, ve ne sarebbero ben due.

### Ecologia Gli elefanti, i reduci di Sri Lanka

Un elefante baby gioca con la madre nello zoo di Colombo, la capitale di Sri Lanka. Prigionieri sì, ma almeno vivi. Molto peggio, pare, è andata alla gran parte di quei loro 2500 amici che, almeno fino a poco tempo fa, vivevano nell'isola allo stato selvaggio. A causa della dura guerra civile che da anni devasta l'isola a sud dell'India, la popolazione di elefanti dello Sri Lanka, secondo un censimento effettuato il mese scorso, si sarebbe ridotta a circa la metà. Le guerre, infatti, non provocano lutti solo tra gli uomini. Quasi sempre risultano devastanti anche per l'ambiente in cui sono combattute.



Tre navicelle spaziali impegnate nella cattura di quelle «increspature» del tessuto spazio-temporale, causate da eventi catastrofici, come una supernova o il collasso del nucleo stellare, previste dalla teoria di Einstein

# Safari di caccia alle onde

Approfitando della posizione strategica di tre navicelle spaziali che viaggiano da tempo verso le loro tre diverse destinazioni, Nasa ed Esa le hanno impegnate in un safari di caccia. Devono catturare le onde gravitazionali, quelle increspature nel tessuto spazio-temporale provocate da un evento catastrofico, previste dalla teoria della relatività generale. Proprio oggi l'esperimento giunge a termine.

ANDREA PINCHERA

«È come se, in un mondo di ciechi, qualcuno improvvisamente scoprisse che c'è la luce». Bruno Bertotti, professore di astrofisica all'Università di Pavia, tenta di rendere visibile il significato della «cattura» delle onde gravitazionali, previste da Einstein nella teoria della relatività. Proprio in questi giorni, Nasa e Agenzia spaziale europea stanno compiendo un esperimento per cercare segnali della loro esistenza. Scoperte le onde, avremmo la prima chiara visione delle esplosioni stellari e della formazione dei misteriosi buchi neri.

L'esperimento - che coinvolge le sonde spaziali Mars Observer in rotta verso Marte, Galileo diretta verso Giove e Ulysses che esplorerà i poli del Sole - è cominciato il 21 marzo e continuerà fino all'11 aprile. È la prima volta che tre navicelle effettuano osservazioni simultanee, aumentando di molto l'attendibilità di ogni rilevazione. Come ha dichiarato Robert Stachnik, responsabile Nasa del programma onde gravitazionali, «l'esperimento sfrutta tre navicelle che sono già nello spazio e si trovano, per qualche settimana, nelle posizioni relative ideali. È grande scienza con un piccolo budget».

L'esistenza delle onde gravitazionali è un pilastro fondamentale della teoria della relatività generale. Einstein crede-

va che, come i cerchi concentrici creati da una pietra gettata in uno stagno, le onde gravitazionali fossero increspature della struttura di spazio e tempo causate da eventi catastrofici, quali l'esplosione di una stella (la supernova) o il collasso del suo nucleo (il buco nero, formato da una massa così concentrata che nemmeno la luce può sfuggire). La loro cattura, quindi, sarebbe una delle imprese più importanti della fisica moderna, capace di aprire la porta a un genere completamente nuovo di astronomia.

«La scoperta delle onde gravitazionali - spiega Bertotti - non ha nessuna rilevanza pratica, anzi è uno spreco dal punto di vista sociale. Ma sarebbe importantissima da un punto di vista scientifico, perché oggi i corpi celesti sono studiati praticamente solo attraverso le radiazioni elettromagnetiche. È una nuova finestra sull'universo, perché le onde gravitazionali vengono prodotte proprio dai nuclei centrali dei corpi celesti, dalle loro parti più profonde e attive, completamente inaccessibile per via elettromagnetica. Vedremmo cose delle quali non si ha nessuna informazione per via radio né per via ottica».

Notizie sulla dinamica dei nuclei dei corpi celesti, accompagnate da dati sul campo gravitazionale, una delle forze più importanti, alla quale siamo sottoposti lungo tutto l'arco della giornata. Il rilevamento delle onde gravitazionali, secondo lo scienziato della Nasa Ed Smith, potrebbe addirittura permettere agli astronomi di osservare gli echi rimasti del «big bang», l'esplosione gigante che si suppone avere dato inizio all'universo circa 15 milioni di anni fa. «Anche il «big bang» - precisa Bertotti - è un oggetto di ricerca ma è distinto dalle galassie come sorgente e meno interessante, perché più difficile da rilevare attraverso le onde gravitazionali. Le strade di ricerca predilette sono quelle delle misure ottiche, delle onde radio e dei neutrini. Ma c'è un ostacolo. Le onde gravitazionali sono molto più deboli della luce e la loro cattura è difficilissima. Non conoscendo le sorgenti, poi, non si sa dove orientare la ricerca. Secondo John Armstrong, ricercatore del Jet Propulsion Laboratory della Nasa, a Pasadena, le osservazioni radio astronomiche delle pulsar - oggetti simili a stelle che emettono frequenti e potenti impulsi - hanno suggerito l'esistenza delle onde gravitazionali, «ma nessuno l'ha mai rilevato direttamente». Alcuni segnali captati, durante l'esplosione della supernova «1987 A», da un gruppo di fisici guidati da Edoardo Amaldi e Guido Pizzella con un'antenna a bassa sensibilità installata a Frascati, fecero gridare alla sensazionale scoperta. Ma i traccianti erano così ambigui che non si è mai sciolto il dubbio che si trattasse di una vibrazione accidentale. Lo stesso Pizzella oggi dichiara: «È molto difficile dire se fossero onde gravitazionali, anche se non possiamo escluderle».

L'esperimento in corso è molto differente dalle osserva-

zioni condotte a terra dal gruppo guidato da Pizzella, professore all'Università «Tor Vergata» di Roma, che utilizza le antenne del Cern a Ginevra e dell'Infn a Frascati, le più sensibili tra quelle esistenti attualmente. «Le frequenze sono molto diverse», spiega Pizzella. «Noi operiamo a 1000 hertz, loro a meno di 1. Noi studiamo i collassi gravitazionali, mentre al di sotto di 1 hertz si cercano notizie sulla formazione del

l'universo». «La ricerca tradizionale fatta da terra riguarda onde con un periodo breve, per esempio un millesimo di secondo, emesse da stelle», aggiunge Bertotti, responsabile, con il professor Luciano Less, dell'esperimento in corso

al satellite Ulysses. «Si pensa però che esistano anche onde con un periodo dell'ordine di mille secondi, circa venti minuti, quindi un milione di volte più lungo, causate da galassie o buchi neri di origine galattica. Questi tipi di onde non



PAOLO FARINELLA

## Ulysses, Observer, Galileo: oggetti in «caduta libera»

La corona è però incredibilmente calda, con temperature che raggiungono milioni di gradi. A temperature così elevate, gli atomi perdono i loro elettroni ed il gas si trasforma in un plasma: da una parte gli elettroni liberi o dall'altra gli atomi fortemente ionizzati o anche i nuclei atomici «nudi». Queste particelle hanno in media elevate velocità, tali da farle sfuggire alla gravità solare e disperdere nello spazio che circonda la stella, su traiettorie influenzate dal campo magnetico solare: si tratta del cosiddetto «vento solare». Tanto da Terra che dalle precedenti sonde interplanetarie, la corona ed il vento solare sono stati studiati, ma sempre rimanendo vicini al piano equatoriale del Sole: ma poiché il campo magnetico solare (come quello terrestre) viaggia ai poli è più intenso ed ha una geometria più semplice, per capire la struttura e l'evoluzione della corona è cruciale osservare da una visuale più favorevole le regioni vicine ai poli solari. È il che si sviluppano spesso i «buchi coronali», da cui di tanto in tanto erompono fiotti di particelle energetiche che possono provocare sulla Terra tempeste magnetiche, black-out nelle trasmissioni radio, perdite di comunicazioni con i satelliti, e possono anche risultare nocive per la salute di eventuali astronauti.

Altre ricerche di Ulysses riguarderanno i raggi cosmici. Il nostro sistema solare - Terra compresa - è continuamente bombardato da una pioggia di particelle energetiche cariche che sono state probabilmente emesse a velo-

cià poco inferiori a quella della luce da violente esplosioni avvenute su altre stelle della nostra Galassia. Ricostruirne la provenienza è arduo, poiché esse vengono deviate dal campo magnetico solare prima di raggiungere il nostro pianeta; ma visto che sopra i poli del Sole la struttura del campo è più regolare, Ulysses si troverà nelle condizioni ideali per misurare il flusso e le caratteristiche dei raggi cosmici al netto delle interferenze dovute allo «schermo magnetico» solare. La sonda compirà anche misure sulla distribuzione spaziale della polvere interplanetaria, originata dalla frammentazione di asteroidi e comete e finora mai studiata in dettaglio lontano dal piano dell'orbita terrestre.

Le due sonde Mars Observer e Galileo sono invece dedicate all'esplorazione ravvicinata dei pianeti del sistema solare, e sono le discendenti dirette dei Viking e dei Voyager di 15-20 anni fa. Mars Observer, lanciata da soli 6 mesi, nell'agosto di quest'anno giungerà vicino a Marte e si immetterà in orbita intorno

ad esso; dopo qualche mese, la sonda inizierà un'attività di «sorveglianza» a largo raggio della superficie e dell'atmosfera del pianeta, che si prolungherà per un intero anno marziano (quasi due anni terrestri). La telecamera riprenderà immagini estremamente dettagliate della superficie di Marte, che da decenni affascina i geologi con i suoi grandi canyon, gli imponenti edifici vulcanici, le calotte polari ghiacciate. Nel frattempo, altri strumenti terranno sotto osservazione continua i fenomeni atmosferici e climatici, misurando composizione e temperatura dell'atmosfera, velocità dei venti, caratteristiche delle periodiche tempeste di polvere che avvolgono l'intero pianeta. Marte ha subito in passato sconvolgimenti climatici anche più violenti delle ere glaciali terrestri, a causa del fatto che l'inclinazione del suo asse polare rispetto all'orbita varia in modo «caotico», alterando drasticamente il ciclo delle stagioni. Con Mars Observer gli astronomi planetari sperano di comprendere meglio la storia climatica e geologica del pianeta, e di trarne

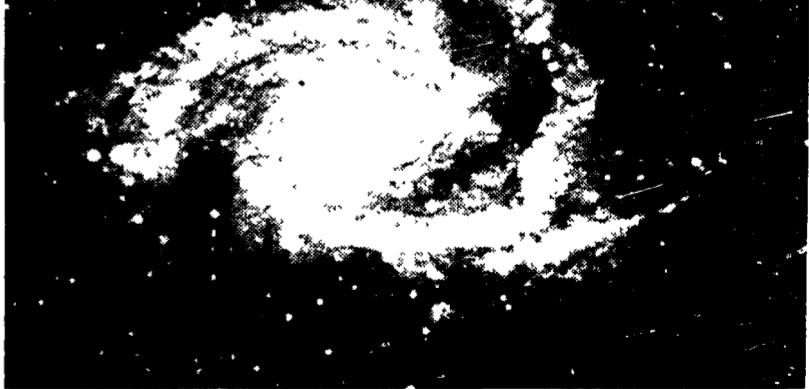
possono essere osservati da terra, ma ci vogliono satelliti a una certa distanza. Il tempo che impiega la luce ad andare e tornare dal satellite deve essere dello stesso ordine di grandezza delle onde, tra un quarto d'ora e mezz'ora». Durante l'esperimento, infatti, le antenne del Deep Space Network on Earth della Nasa orientano i segnali radio verso le tre sonde su frequenze già conosciute. Se nessuna onda gravitazionale sta passando attraverso il sistema solare, i segnali di ritorno dovrebbero avere esattamente le stesse frequenze di quelli inviati dalle antenne (undici in tutto il mondo). Al contrario, un'onda lascerà traccia di una leggera «oscillazione», simile a un'increspatura. Questa alterazione non può essere rilevata direttamente né sulla Terra né

dalle sonde spaziali, ma verrebbe mostrato come un sottile cambiamento nella frequenza di ritorno del segnale radio.

Ma non c'è da attendersi il grande evento, stile «Eureka!». Per identificare le onde gravitazionali, ammesso che le catturino, gli scienziati dovranno cercare piccole alterazioni in un enorme ammasso di dati, eliminando disturbi e rumori di fondo. Un lavoro lungo e faticoso. «Non sono ottimista - dice Bertotti - a differenza di quanto dice il comunicato della Nasa. Dei tre satelliti, Galileo ha l'antenna che non funziona bene, Mars Observer è troppo vicino a Ulysses non ha un sistema radio completamente soddisfacente. Sono disposto a fare scommesse che le onde non verranno rilevate prima del prossimo secolo».

Proprio allora nuove osser-

vazioni, in preparazione con la missione Cassini (che partirà nel 1997), saranno pronte. «La sonda Cassini - spiega Bertotti - va più lontano di Ulysses, fino a Saturno, e ha un sistema radio molto superiore. Nel 2002, 2003 e 2004 effettuerà tre esperimenti di quaranta giorni l'uno. Quella potrebbe essere l'occasione buona». Ma sono le osservazioni di Terra ad avere maggior probabilità di catturare le onde gravitazionali, perché le sorgenti «sono maggiori e la strumentazione più sviluppata». «Magari si può essere fortunati - conclude Pizzella - ma per raggiungere la sensibilità giusta le rilevazioni da Terra devono migliorare di un fattore tra cento e mille, mentre quelle dello spazio forse dell'ordine di un milione. I risultati ci saranno tra una decina di anni».



Nella foto a centro pagina: Albert Einstein, padre della relatività. Qui a fianco: tracce di stelle prossime al Polo Nord celeste. Sotto: la galassia a spirale NGC 2997.

prendere numerose e dettagliate immagini delle continue eruzioni vulcaniche che avvengono su Io, e delle tormentate croste ghiacciate di Europa, Ganimede e Callisto.

Tutte e tre queste sonde hanno subito seri ritardi e anche «tagli» rispetto ai progetti iniziali degli scienziati a causa della crisi finanziaria, organizzativa e anche di idee e strategie che ha tormentato la Nasa negli anni 80. L'eredità è pesante: basti pensare all'«inutile» stazione spaziale voluta da Reagan e da Quayle, che ha assorbito e probabilmente continuerà ad assorbire risorse preziose. Di conseguenza, il futuro delle esplorazioni spaziali oggi è avvolto nell'incertezza. È un peccato, anche se in tempi di crisi le spese «voluntarie» come quelle finalizzate a questo tipo di ricerche scientifiche vengono inevitabilmente rimesse in questione. Ma forse ne emergeranno nel prossimo secolo programmi spaziali più modesti, flessibili e meglio pianificati a lunga scadenza.