

Fino a ieri a la minaccia arrivava dallo spazio. Ora il pericolo viene direttamente da sotto i nostri piedi, celato nelle imperscrutabili profondità del Pianeta. È soltanto la trama del film «The Core» o un probabile scenario reale? Insomma...

# la Terra si sta davvero per **fermare?**

**TESTO** Sabrina Mugnos, geochimica

**a**nno 2003: in ogni angolo del mondo una tranquilla giornata viene sconvolta da una serie di incidenti inspiegabili seguiti a catena da fenomeni naturali catastrofici. L'intuito di uno scienziato coglie nel segno: il nucleo terrestre («The core», appunto) si sta fermando e il campo magnetico del Pianeta sta per estinguersi, con conseguenze disastrose per la nostra esistenza. Sul grande schermo il solito manipolo di eroi riuscirà ad evitare la temuta fine del mondo, ma una situazione del genere è pura fiction? Non del tutto, almeno secondo il geofisico Marvin Herndon, della Transdyne Corporation di San Diego (California). Con perfetto tempismo rispetto all'uscita del film, lo scienziato ha presentato una nuova teoria relativamente all'origine del campo magnetico terrestre, scardinando la geofisica dell'ultimo secolo e facendoci cominciare a guardare con un po' di timore quel che abbiamo sotto i piedi. E il dibattito è solo all'inizio.

#### Laggiù nelle viscere del Pianeta

L'unico modo che gli scienziati hanno per radiografare la Terra è studiare il comportamento delle onde prodotte dai sismi e dalle esplosioni artificia-

**SULLO SCHERMO SI SACRIFICANO PER SALVARE IL MONDO. SONO I TERRANAUTI, NUOVI EROI IN VIAGGIO VERSO UNA FRONTIERA SCONOSCIUTA: IL CUORE DEL PIANETA**

li. Oggi sappiamo che il nostro globo è strutturato come una cipolla: si comincia dallo strato superficiale (crosta) spesso in media una trentina di chilometri; poi c'è il mantello che si spinge in profondità per quasi 3000 chilometri, la parte superiore del quale è frammentata in placche il cui movimento causa terremoti ed eruzioni vulcaniche. Ma il vero mistero risiede nel nucleo. Più di mezzo secolo di ricerche hanno consolidato l'ipotesi che esso sia un'enorme palla di ferro e nichel che in parte si è solidificata in seguito al raffreddamento del pianeta originando il nucleo interno, e in parte è ancora fluida (nucleo esterno). Proprio in quest'ultima zona nasce un fenomeno importantissimo per la nostra esistenza: il campo magnetico [vedi servizio precedente], una barriera invisibile che scherma la superficie del Pianeta dalle radiazioni letali provenienti dallo spazio. Se si realizzasse lo scenario di *The core*, la superficie terrestre non godrebbe più dei benefici di questo ombrello invisibile. Ogni nostra risorsa energetica andrebbe in tilt e la sopravvivenza umana sarebbe seriamente minacciata.



## Viaggio al centro della Terra

Tra fiction e realtà ecco la trama del fanta-thriller

**P**er ragioni sconosciute, il nucleo interno della Terra ha smesso di ruotare; il campo elettromagnetico, lo scudo che ci protegge dalle micidiali radiazioni solari sta per crollare. Se il problema non viene risolto rapidamente, gli aerei si schianteranno al suolo e tutti i dispositivi elettronici salteranno. L'elettricità statica liberata nell'atmosfera creerà supertempeste con centinaia di fulmini, ma soprattutto l'irradiazione di microonde potrebbe letteralmente cuocere il Pianeta. I primi segni non si fanno attendere. A Boston muoiono improvvisamente 32 portatori di pacemaker, tutti nel raggio di dieci isolati. A San Francisco si fonde e crolla il Golden Gate. A Londra, stormi di piccioni perdono



l'orientamento e si schiantano contro i parabrezza delle auto a Trafalgar Square. A Roma, una tempesta elettrica riduce il Colosseo a un cumulo di macerie. Nel disperato tentativo di risolvere la crisi, il governo convoca il geofisico Josh Keyes (Aaron Eckhart) e i migliori scienziati del mondo con l'obiettivo di arrivare al nucleo della terra a bordo di un veicolo pilotato da due terranauti, il maggiore Rebecca Childs (Hilary Swank) e il capitano Robert Iverson (Bruce Greenwood). La loro missione: far esplodere un dispositivo nucleare che riattivi il nucleo e salvi il mondo dalla distruzione. Per essere il più aderente possibile alla realtà, il regista John Amiel ha voluto accanto agli attori dei consulenti: scienziati del Caltech, astronauti della NASA, professori dell'UCLA e personale militare. Ogni attore ha aggiunto un tocco personale al

proprio ruolo. Per esempio, Aaron Eckhart è andato al JPL (Jet Propulsion Laboratory) del California Institute of Technology di Pasadena, per lavorare con gli scienziati veri. «Siamo abituati a pensare allo spazio come all'ultima frontiera», ha commentato il regista John Amiel (qui a fianco), «ma c'è ancora mistero su ciò che si trova a qualche migliaio di chilometri sotto di noi. Una delle domande che il film pone è cosa faresti tu, se ti trovassi in una situazione di quel tipo?».



L'attuale modello scientifico che spiega l'origine del campo magnetico terrestre presuppone l'esistenza di un meccanismo noto come dinamo autoalimentata. Si tratta di un fluido caldo altamente conduttore (il ferro-nichel che costituisce il nucleo esterno) che si muove attraverso due gusci rigidi, il nucleo interno e il mantello inferiore, generando correnti elettromagnetiche. Una volta impresso un campo magnetico iniziale minimo (forse al tempo della formazione del Pianeta) il meccanismo può autosostenersi grazie alla rotazione della Terra e alla sua temperatura interna, alimentata dal calore primordiale e dal decadimento radioattivo di alcuni elementi.

Tuttavia il fenomeno non è eterno; i calcoli scientifici dimostrano che la Terra possiede il suo campo magnetico da circa 3,5 miliardi di anni, ma anche che la sua intensità diminuisce dello 0,07 per cento ogni anno. Quindi, di questo passo, nel giro di circa 4000 anni dovrebbe sparire. Questo perché il nostro Pianeta si sta progressivamente raffreddando, irradiando costantemente nello spazio un'energia corrispondente a circa 0,08 watt/m<sup>2</sup>.

Da questi dati, quindi, sembra poco verosimile che tutto possa cessare dall'oggi al domani, e tantomeno essere alterato dall'attività umana come ipotizzato nel film. Soprattutto perché dal centro della Terra ci separano più di 6000 chilometri di durissima roccia in un ambiente ad altissima temperatura e con pressioni milioni di volte superiori a quella che abbiamo in superficie, che rendono pressoché impossibile non solo l'attraversamento, ma qualsiasi intervento umano. Questo secondo le principali teorie geofisiche finora accreditate.

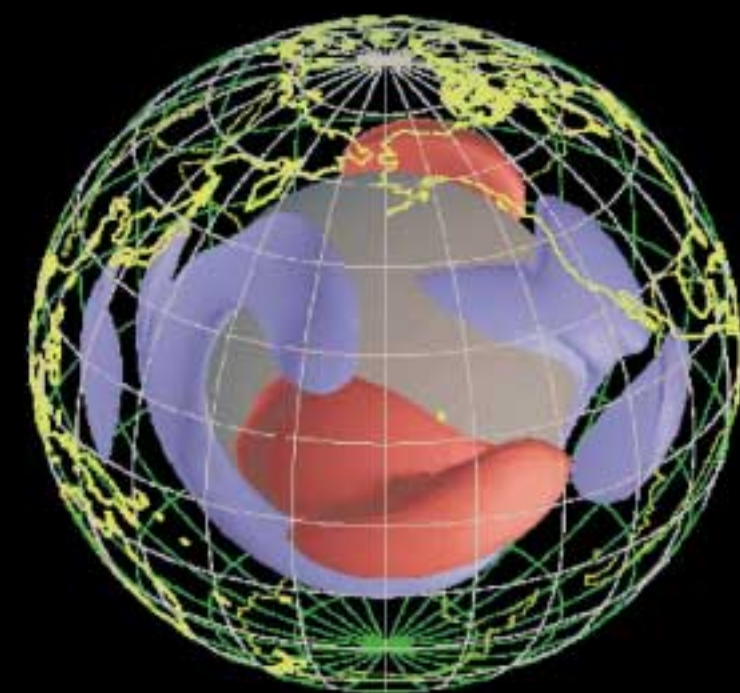
### Una bomba atomica sotto i piedi

Ma la scienza dice il vero finché qualche nuova scoperta, o presunta tale, ne confuta o ne mette in discussione gli assunti. E nel nostro caso l'«eretico» è Marvin Herndon che ritiene ammissibile, seppure da una diversa prospettiva, lo scenario del film. Secondo Herndon il nucleo terrestre si comporterebbe come un gigantesco reattore nucleare alimentato da una riserva di uranio equivalente a una sfera dello spessore di circa 8 chilometri.

Nel corso dei suoi 4,5 miliardi di anni la fornace atomica avrebbe bruciato il 75 per cento del suo combustibile. La sua autonomia, quindi, sarebbe ancora piuttosto limitata, molto meno dei 4000 anni ipotizzati dallo stato dell'arte della scienza. Lo scienziato, che ha pubblicato i suoi studi sull'autorevole rivista *Proceedings of the National Academy of Sciences*, ha estrapolato la sua sconvolgente teoria studiando la composizione chimica di lave prelevate alle Isole Hawaii e in Islanda i cui vulcani, detti di *hot spot*, sono collegati direttamente con le profondità del nostro Pianeta.

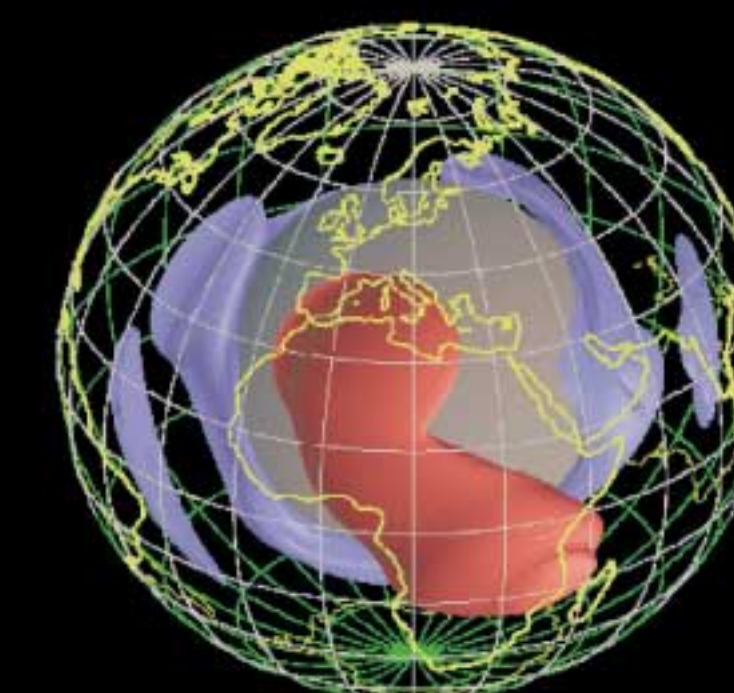
In tali campioni risulta che il rapporto dei due iso-

Per «guardare» nel centro della Terra oggi si usa la tomografia sismica. È una specie di Tac realizzata inviando verso l'interno del Pianeta onde sismiche. Queste si comportano come il flash di una fotocamera: quando attraversano uno strato di roccia «illuminano la scena». Il computer elabora i dati di migliaia di questi flash per darci una verosimile immagine globale sino al nucleo (qui sopra).



Molti modelli hanno cercato di spiegare i grandi eventi geologici del Pianeta e capire meglio cosa c'è sotto i nostri piedi. Unendo più teorie, Jerry Mitrovica dell'Università di Toronto e Alessandro Forte della University of Western Ontario, hanno creato un nuovo modello «unificato» che mostra come il motore della Terra potrebbe funzionare a «due pistoni». Studiando la maniera nella quale le onde sismiche si propagano (più lente all'aumentare della temperatura della zona che attraversano) gli studiosi hanno

Così potrebbe essere composto il nostro Pianeta secondo la discussa teoria del «cuore nucleare» proposta dal geofisico Marvin Herndon. La teoria prevede che nel nucleo terrestre sia in funzione un vero e proprio reattore nucleare naturale alimentato da un nocciolo di uranio racchiuso in una sfera del diametro di circa 8 chilometri.



ipotizzato che nel mantello interno si alternino enormi blocchi di materiale pesante e freddo (in blu nei disegni) ad altrettanto gigantesche zone più calde (e presumibilmente più leggere) dette «mega-plumes», dalla tipica forma a fungo (in rosso). Lo studio della loro dinamica è molto importante. Pare infatti che queste possano influenzare la distribuzione delle masse terrestri alterando, durante la loro risalita, l'equilibrio gravitazionale tra il nostro Pianeta, la Luna, il Sole e persino i due giganti Giove e Saturno.

## UN FIUME DI METALLO FUSO CHE SCORRE VORTICOSAMENTE ATTORNO AL NUCLEO DI METALLO SOLIDO: È LA DINAMO CHE ALIMENTA IL NOSTRO PIANETA

topi dell'elio, elio-3 ed elio-4, cresce col tempo. L'elio-4 è un prodotto del decadimento radioattivo del radio-226, presente nelle rocce terrestri, mentre l'elio-3, essendo presente nella polvere interstellare, si presume sia presente nel nucleo della Terra già dal tempo della sua formazione.

Come si potrebbe spiegare, allora, l'aumento del loro rapporto? Secondo Herndon ipotizzando, appunto, che esso venga prodotto in seguito alla fissione nucleare presente nel nucleo terrestre.

Viviamo dunque su un'immensa centrale atomica? *Newton* l'ha chiesto ad Alfredo Maraucci, il perito nucleare della centrale termonucleare di Trino vercellese. «In effetti c'è un meccanismo che produce elio-3 a seguito del processo di fissione nucleare», spiega. «Si tratta del decadimento radioattivo del trizio, l'isotopo pesante dell'idrogeno. Nel corso delle reazioni di fissione, infatti, si genera anche trizio e questo, in un periodo di circa 12,32 anni, si trasforma in elio-3».

Nelle centrali nucleari questo meccanismo è tenuto rigorosamente sotto controllo, ma come può autogestirsi un reattore nucleare di tale entità senza rovinare in una clamorosa esplosione?

«Nei processi di fissione spontanea noti non ci sono concentrazioni di combustibile atomico come quelle delle centrali» spiega lo studioso. «O quantomeno, esso è mescolato con altri elementi, come il boro, che possono controllarne la fissione».

### Insolite concomitanze

Molte sono le perplessità sulla teoria di Herndon. Bruce Buffit, della British Columbia University, si domanda come una tale quantità di uranio possa essersi accumulata nel centro della Terra, dal momento che tale elemento tende a legarsi con i silicati presenti nel mantello e nella crosta. A suo sostegno interviene anche Dave Stevenson, del California Institute of Technology di Pasadena, ribadendo che l'ipotesi di Herndon non spiega come l'uranio si sia concentrato nel nucleo al punto da innescare la miccia atomica.

Lo scienziato ribatte con ipotesi scientifiche plausibili, ammettendo però che molti altri aspetti della sua teoria devono essere chiariti da ulteriori studi. Il risvolto positivo più eclatante del modello di Herndon, comunque, è quello di giustificare le continue oscillazioni di intensità, nonché le inversioni di polarità del campo magnetico terrestre avvenute nel tempo. Secondo lo scienziato, infatti, se



## QUANDO LA SCIENZA CEDE IL PASSO AGLI EFFETTI SPECIALI

Il regista John Amiel dice di aver curato nei minimi particolari le ricostruzioni scientifiche del film, lasciandosi prendere la mano solo per quanto riguarda l'aspetto del mantello, sul quale ci sono davvero pochi elementi. Ma *Newton* ha trovato altre situazioni «estreme» in cui il regista ha sacrificato la scienza alla spettacolarità degli effetti speciali.

### Le microonde fondono il Golden Gate

Il gigantesco ponte di San Francisco viene letteralmente sciolto da un fascio di raggi filtrati dal cielo. Ma possono davvero, le microonde, fare tutto ciò? Per microonde si intendono tutte le radiazioni elettromagnetiche che hanno lunghezza d'onda compresa tra 1 mm e 30 cm (tra le onde radio e l'infrarosso). Si tratta di radiazioni non pericolose, il cui effetto principale è causare riscaldamento in quei corpi che le assorbono. La nostra atmosfera attenua queste radiazioni a frequenze superiori ai 2 GHz, e le blocca del tutto a 60 e 110 GHz (per via dell'ossigeno molecolare) e a 183 GHz (per via del vapore acqueo). Ammesso e non concesso che una modificazione del campo magnetico terrestre influisca sull'atmosfera, esse giungerebbero a Terra. Ma con che potenza? Calcolato che la densità di potenza massima del Sole, nella banda ottica è pari a  $0,137 \text{ W/cm}^2$ , e che per la Legge di Planck la potenza nelle microonde deve essere inferiore,

sembra poco verosimile lo scenario in cui il fascio di microonde fa bollire un'intera sezione del mare. Per non parlare, poi della fusione del ponte. Quest'ultimo, infatti, essendo una struttura massiccia, è praticamente impossibile che fonda in pochi minuti, se si considera che solo i metalli polverizzati possono assorbire microonde e scaldarsi fino a circa  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  al minuto. Quanto alle persone, certamente una fonte di calore che scioglie un ponte vaporizzerebbe un corpo umano e non si limiterebbe a provocare scottature.

### Una tempesta di saette su Roma

Che dire dei fulmini che investono il Colosseo facendolo letteralmente saltare in aria? La scienza afferma che gli oggetti conduttori di elettricità possono essere bruciati o disintegrati da una scossa. Al contrario, sappiamo che le rocce non sono buoni conduttori. L'esperienza quotidiana comunque mostra che i fulmini tendono a colpire una gamma di oggetti molto vasta, indipendentemente dalla forma e materiale, sebbene preferenzialmente siano colpite le punte metalliche. Ciò premesso, non si capisce perché una struttura rocciosa circolare come il Colosseo sia stata presa di mira con tanta furia dalla natura. Inoltre i fulmini non distruggono gli oggetti così come nel film, dove sembra di assistere più a un tipico bombardamento di fantascienza scatenato da alieni cattivi.

## OGGI I DEVASTANTI SCENARI DI «THE CORE» SONO SOLO TRUCCHI. MA IL CAMPO MAGNETICO FINIRÀ E LE CONSEGUENZE PER IL NOSTRO PIANETA SARANNO CATASTROFICHE

davvero il calore della Terra derivasse solo dal suo raffreddamento e dal contributo apportato dal decadimento degli elementi radioattivi, non ci sarebbero tutte le fluttuazioni osservate. Al contrario un processo di fissione spontanea potrebbe giustificare tale fenomeno. Il mondo accademico non si è dimostrato totalmente avverso alle idee di Herndon, anche se in molti hanno sottolineato che la teoria è stata resa nota proprio in concomitanza dell'uscita del film, e che il suo ideatore sia un collaboratore scientifico della Paramount Pictures.

### Pericolo scongiurato?

Sia per la teoria tradizionale sia per quella di Herndon nel futuro il campo magnetico terrestre si esaurirà. Quali saranno le conseguenze? Davvero, come mostra il film, fasci di microonde faranno bollire gli oceani e fondere i metalli? Che ne sarà della vita sulla Terra? Risponde Simona Righini, astronoma del Cnr all'Istituto di Radioastronomia di Medicina (Bologna). «Ho visto il film e credo si faccia un po' di confusione. In effetti il Sole investe costantemente la Terra con particelle ad alta energia che vengono providenzialmente deviate dalla magnetosfera terrestre (lo scudo formato dal campo magnetico). Tuttavia, nella fiction, ci sono episodi che hanno poco a che vedere con il campo magnetico. Per esempio le microonde non interagiscono con quest'ultimo, e poi la loro intensità sembra davvero eccessiva e troppo visibile. Assomiglia più a un fascio laser!»

E che dire della tempesta di saette che mette a ferro e fuoco Roma? «Sembra», aggiunge Righini, «più un bombardamento, e innescato da un fenomeno scientificamente incomprensibile». Lo studio del lontano passato insegna che se il campo magnetico terrestre venisse meno le conseguenze sarebbero comunque catastrofiche, anche se con tempi molto lunghi e senza i fenomeni creati sullo schermo dagli effetti speciali. Dall'analisi delle rocce contenenti minerali magnetici, infatti, sappiamo che i poli magnetici in passato si sono invertiti più volte. E queste oscillazioni magnetiche, congiunte a quella solare, possano aver contribuito alle grandi estinzioni di massa degli organismi viventi. Che il cuore del Pianeta sia alimentato da una dinamo o da un reattore nucleare, comunque, *The core* resta solo un film. Almeno a breve. **N**