

C'è vita nell'universo, molta vita

di GUIDO TONELLI

Stiamo entrando in una nuova epoca e nessuno sembra rendersene conto. Di tanto in tanto giornali e televisioni riportano qualche notizia; se ne parla per un paio di giorni poi tutto viene macinato dal tritacarne dell'attualità. L'ultima, di qualche settimana fa, riguarda Kepler, una sonda della Nasa che prende il nome dal grande astronomo tedesco. La sua missione è la scoperta di esopianeti, o pianeti extra-solari, che orbitano cioè attorno ad altre stelle; il fine ultimo è quello di identificare pianeti abitabili, simili alla nostra Terra.

Le primissime ricerche risalgono addirittura agli anni Quaranta, ma utilizzavano tecniche di osservazione piuttosto grossolane. Usando i migliori telescopi allora disponibili si cercavano nuovi sistemi solari sperando di osservare una perturbazione periodica nella posizione della stella-madre. È ben noto che, per le leggi della gravitazione, in presenza di un pianeta la stella-madre non sta ferma, ma compie anch'essa una piccola rotazione intorno al centro di massa del sistema. Tanto più massiccio è il pianeta tanto maggiore è lo spostamento periodico della stella. Il metodo, detto *astrometrico*, non ha portato a risultati di rilievo; sono stati identificati un gruppo di potenziali candidati ma nessuno è mai stato confermato.

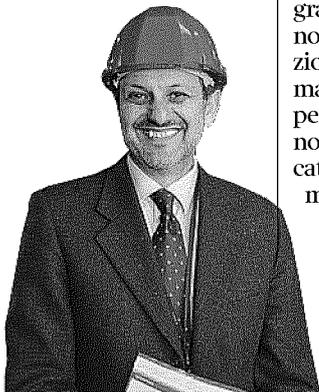
Risultati molto più interessanti si sono avuti con il *metodo della misura della velocità radiale*. Il principio è lo stesso, si cerca di osservare il minuscolo spostamento periodico della stella-madre, ma la tecnica è basata su misure spettroscopiche che consentono maggiori precisioni. Si analizza lo spettro di emissione luminosa della stella e si con-

trollano nel tempo le righe corrispondenti alle varie frequenze. Se la stella presenta un piccolo movimento orbitale causato dalla presenza di un pianeta, si misura una piccola variazione periodica in frequenza della sua emissione luminosa dovuta all'effetto Doppler. Quando la stella ha una velocità radiale positiva — cioè si avvicina al nostro punto di osservazione sulla Terra — le righe di emissione si spostano verso il blu, per poi passare dal lato opposto, verso il rosso, quando la stella si allontana. È lo stesso metodo che ci permette di riconoscere, dal suono della sirena, se un'ambulanza si sta avvicinando o si sta allontanando. Con la *misura della velocità radiale* della stella possiamo calcolare il periodo del moto orbitale del pianeta e la sua massa.

I primi pianeti extra-solari sono stati scoperti, con questo sistema, negli anni Novanta. Si trattava di enormi corpi celesti, simili al nostro Giove. Giganti caldi, per lo più gassosi, che gravitavano molto vicini alle loro stelle-madri e avevano quindi una temperatura superficiale spaventosa.

Il *metodo della velocità radiale* è limitato dal fatto che si deve osservare una stella per volta ed è efficace solo per stelle relativamente vicine a noi, si fa per dire, entro una distanza di circa 160 anni luce, mentre la stragrande maggioranza delle stelle della nostra galassia sta a distanze maggiori.

La vera rivoluzione nella caccia ai pianeti extra-solari è venuta da quando è stato messo a punto il *metodo dei transiti*. È una tecnica basata sulla fotometria di precisione, cioè si tiene sotto controllo la luminosità della



Gli scienziati di Kepler, un grande telescopio lanciato in orbita nel 2009, hanno da poco annunciato di avere scoperto 1.284 nuovi pianeti extra-solari (o esopianeti), cioè pianeti che ruotano attorno a una stella diversa dalla nostra. Tutto fa immaginare che ce ne siano miliardi, alcuni «ospitali». Il mondo sta entrando in una nuova epoca

stella e si misura la lievissima attenuazione della luce prodotta dal pianeta che le transita davanti. Anche in questo caso si richiede che la perturbazione, il segnale di transito, abbia carattere periodico. La forma caratteristica del disturbo permette di misurare le dimensioni del pianeta e questa informazione, combinata con la *misura della velocità radiale* che dà la massa, permette di conoscerne la densità.

In questo modo, da alcuni anni, la ricerca di nuove «Terre» ha ricevuto un impulso incredibile e si sono identificati i primi pianeti rocciosi simili al nostro.

Il grande vantaggio del *metodo dei transiti* è che si possono tenere sotto osservazione, in contemporanea, centinaia di migliaia di stelle e la sensibilità raggiunta dagli strumenti più moderni è tale che il campo d'azione si può estendere fino a distanze di migliaia di anni luce. La sensibilità del metodo è talmente spinta che si possono identificare pianeti addirittura più piccoli di Mercurio. Occorre poi considerare che, nel caso che il pianeta abbia una atmosfera, la luce della stella-madre giunge fino a noi dopo averne attraversato gli strati superiori. Misure accurate della polarizzazione della luce emessa dalla stella permettono quindi di ricavare informazioni essenziali sulla presenza di atmosfera nel pianeta.

L'unico problema del *sistema dei transiti* è che, per produrre segnali il punto di osservazione deve appartenere al piano delle orbite, cosa che statisticamente avviene solo per una frazione delle stelle osservate. Se poi si cercano pianeti simili alla Terra, che hanno una massa compresa fra metà e due volte quella del nostro pianeta, e che compiono una rivoluzione completa intorno alla loro stella in circa un anno, occorre aspettare

molti anni per essere sicuri di avere visto un transito periodico.

Kepler è un grande telescopio lanciato in orbita nel 2009, che sorveglia da anni una piccola zona del cielo compresa fra le costellazioni del Cigno e della Lira. L'apparato tiene sotto controllo circa 150 mila stelle della nostra galassia, distribuite in una regione di dimensioni paragonabili a quella che copriamo con il palmo della nostra mano, se tendiamo il braccio verso il cielo.

La zona di osservazione copre un cono di circa due-mila anni luce intorno al nostro Sole che si trova in Orione, un piccolo braccio secondario della spirale che costituisce la nostra Via Lattea. Il telescopio è ottimizzato per misure di fotometria e utilizza un sistema di camere fotografiche molto sofisticate, da 95 milioni di pixel, ma concettualmente simili a quelle che usiamo nei nostri cellulari.



Un mese fa gli scienziati di Kepler hanno annunciato di avere scoperto 1.284 nuovi pianeti extra-solari. La maggior parte dei nuovi corpi celesti sarebbero posti assolutamente inospitali, caratterizzati da atmosfere molto dense, composte essenzialmente da elio e idrogeno, e temperature torride alla superficie. Ma la novità davvero eclatante è la scoperta che pianeti simili alla Terra sono corpi celesti molto comuni fra quelli che orbitano intorno alle stelle. Fra i nuovi venuti almeno nove dovrebbero essere pianeti rocciosi che si trovano nella fascia cosiddetta abitabile, cioè a una distanza dalla stella-madre tale da consentire temperature simi-

i



Il libro

Guido Tonelli, fisico del Cern, professore dell'Università di Pisa e ricercatore associato dell'Infn, è uno dei principali protagonisti della scoperta del bosone di Higgs, che ha portato all'assegnazione del premio Nobel per la Fisica del 2013 a François Englert e Peter Higgs. Per il suo contributo a questa scoperta Guido Tonelli ha ricevuto numerosi premi e riconoscimenti internazionali (tra cui lo Special Prize for Fundamental Physics, l'Enrico Fermi Prize e la Medaglia d'onore del Presidente della Repubblica). Quest'anno ha pubblicato per Rizzoli il saggio *La nascita imperfetta delle cose* (pagine 342, € 19). Tonelli racconta il celebre esperimento al Cern di Ginevra e il lavoro all'acceleratore Lhc, il più potente del mondo, il luogo più simile ai primi istanti dell'universo. E spiega che il destino del mondo si è deciso un centesimo di miliardesimo di secondo dopo il Big Bang. Sul tema della vita extraterrestre è uscito, sempre per Rizzoli, *Dove sono tutti quanti?* di Amedeo Balbi (pp. 229, € 17,50); su «incontri ravvicinati» e impatti cosmici, *Il cielo che ci cade sulla testa* di Ettore Perozzi (il Mulino, pagine 132, € 11); infine, per ragazzi, *Voi siete qui!*, di Aleksandra Mizielinska e Daniel Mizielinski (traduzione di Lucia Bulletti, Mondadori, pagina 108, € 17)

li a quelle che abbiamo qui da noi. Se un pianeta roccioso si trova nella fascia abitabile e contiene acqua, questa potrebbe formare laghi e oceani come quelli che sono così diffusi sulla nostra Terra. Ecco che, di colpo il numero dei nostri potenziali cugini è quasi raddoppiato. E la cosa sorprendente è che Kepler ha osservato soltanto una piccola porzione della nostra galassia. Si stanno già preparando nuove missioni e nuove campagne di osservazioni e nel prossimo futuro si costruirà una mappa sempre più dettagliata delle «nuove Terre». Nel giro di un paio d'anni sarà lanciato un nuovo telescopio per tenere sotto osservazione le 200 mila stelle più vicine a noi fra le quali ci si aspetta di scoprire 500 pianeti rocciosi simili al nostro.

La nostra Via Lattea contiene circa 200 miliardi di stelle ed è soltanto una fra cento miliardi di galassie che popolano il nostro universo. I numeri fanno impressione: se soltanto una stella su diecimila ospitasse pianeti rocciosi nella fascia abitabile dovremmo accettare l'idea che il numero di «Terre» della nostra galassia, quindi astronomicamente vicine a noi, potrebbero essere decine di milioni. Se si considerano i 100 miliardi di galassie dell'Universo intero si potrebbe raggiungere la cifra fantastica di miliardi di miliardi. Insomma c'è pieno di pianeti abitabili intorno a noi ed è molto probabile che ci sia abbondanza di forme di vita nell'universo. Non c'è alcun motivo di credere che acqua e materia organica siano componenti ultra rari.

Fra qualche tempo saremo in grado di analizzare la composizione dell'atmosfera dei nuovi pianeti che orbitano nelle fasce abitabili per cercare eventuali composti organici, chiari indizi della presenza di forme di vita simili a quelle che ci sono familiari.

g

Non mi interessa qui discutere il problema delle distanze e neanche la tecnologia con cui potremo stabilire una comunicazione o un contatto. Sarebbe sciocco argomentare oggi intorno a questioni che, ne sono sicuro, faranno sorridere gli scienziati del futuro.

Vorrei invece sottolineare la necessità di prepararsi a quello che sarà sicuramente un grosso choc culturale. Un'umanità che fa fatica a convivere con se stessa, sarà in grado di superare la crisi di valori legata alla scoperta di altre forme di vita? Che rapporti instaureremo fra noi, per prepararci a queste prime forme di contatto con «gli altri»? Noi che nella colonizzazione della terra non siamo stati capaci di praticare altro che depredazione e spoliatura delle popolazioni con cui siamo venuti in contatto, accetteremo di essere «i primitivi» al cospetto di civiltà che si sono sviluppate qualche milione di anni prima di noi? E viceversa, quali relazioni saremo in grado di instaurare con forme di vita, magari simili alle nostre, ma che ci potranno apparire a un livello di sviluppo primordiale? È pensabile che si cominci a ragionare dei problemi etici connessi a questo passaggio? Noi che non siamo in grado di gestire l'integrazione di alcuni milioni di rifugiati o di emigranti che sfuggono la guerra o precarie condizioni di vita, con quali strumenti culturali arriveremo a questo appuntamento che ci chiama a un salto di civiltà?

I nostri pronipoti vedranno un mondo che noi, oggi, possiamo solo immaginare. Riusciremo ad attrezzarci nel giro di qualche generazione a questo cambio di paradigma sul piano antropologico?

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Dialogo sulle onde gravitazionali tra un illustratore e un fisico

L'illustratore Giancarlo Caligaris ha incontrato il fisico Marco Drago, che si occupa di analisi dei dati dei rivelatori di onde gravitazionali LIGO e Virgo al Max Planck Institut di Hannover: in queste pagine il frutto della loro conversazione. Drago, laureato a Padova,

con i colleghi della Florida, di Padova e Trento ha contribuito allo sviluppo di Coherent Waveburst, l'algoritmo che ha fornito la prima rilevazione in tempo reale della prima onda gravitazionale mai osservata. L'onda gravitazionale è una deformazione

della curvatura dello spaziotempo che si propaga dopo lo scontro tra due buchi neri. La sua esistenza, prevista nel 1916 da Einstein, è stata confermata due volte quest'anno. Drago è anche autore di due libri fantasy intitolati *La storia del drago*.



I NOSTRI STRUMENTI SONO ANCORA POCO SENSIBILI
DICE IL FISICO MARCO DRAGO. GLI INTERFEROMETRI
PER INDIVIDUARE LE ONDE GRAVITAZIONALI
SUBISCONO MOLTE INTERFERENZE SULLA TERRA

INTANTO I GIAPPONESESI STANNO SCEN-
DENDO 1000 METRI
NEL SOTTO SUOLO
PER COSTRUIRE UN
INTERFEROMETRO
PIU' POTENTE.
ESISTE GIÀ
IL PROGETTO
DI COSTRUIRNE..



LA RISPOSTA E CHE DOVREBBE ESSERE
MOLTO GRANDE E CONCENTRATA.
A OXFORD UN UDITORIO DI UMANISTI SOGNA
FORME DI VITA EXTRATERRESTRI.



SONO MOLTI GLI
INCONTRI NEL MONDO TRA
SCIENZIATI CHE CERCANO LE
ONDE GRAVITAZIONALI

