

■ ■ ■ ■ ■ INTERVISTA

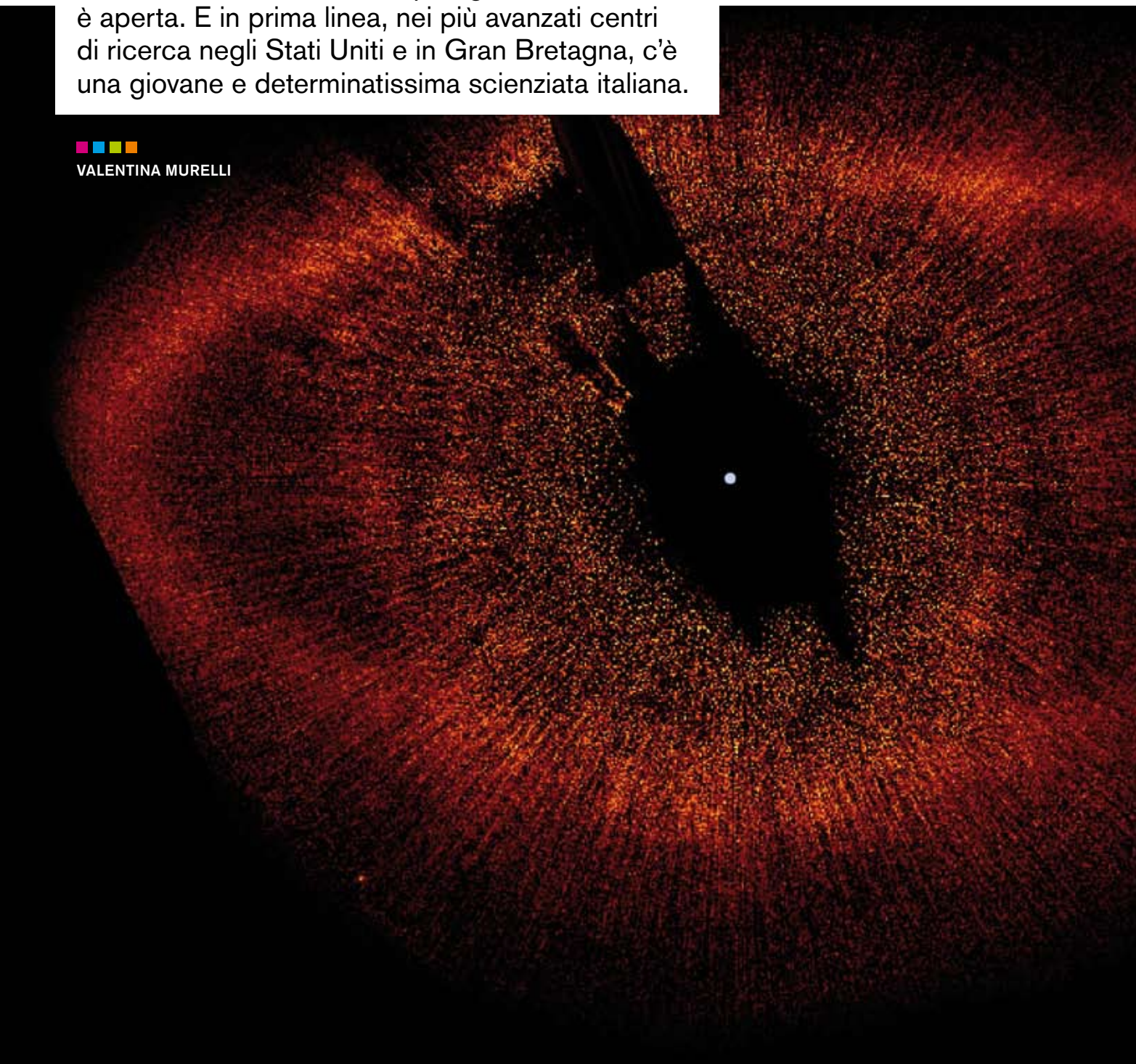
Al lavoro con Giovi caldi, Super Terre  
e nuovi telescopi

# GIOVANNA TINETTI RACCONTA

La caccia al possibile “gemello” extrasolare della Terra, un pianeta al di fuori del Sistema Solare con caratteristiche di abitabilità paragonabili al nostro, è aperta. E in prima linea, nei più avanzati centri di ricerca negli Stati Uniti e in Gran Bretagna, c'è una giovane e determinatissima scienziata italiana.

■ ■ ■ ■ ■

VALENTINA MURELLI





📍 Il pianeta extrasolare Fomalhaut b (nel riquadro), "immortalato" dal telescopio spaziale Hubble. Il punto luminoso corrispondente al pianeta si trova all'interno dell'alone di materia che, come un'enorme ciambella rossa, circonda la stella Fomalhaut, qui coperta da un filtro nero per impedire che la sua luminosità oscuri quella del pianeta.

## Con l'osservazione diretta di esopianeti abbiamo anticipato notevolmente i tempi, aprendo subito nuovi campi di indagine previsti per il futuro

NASA, ESA, P. KALAS, J. GRAHAM, E. CHIANG, E. KITE, (UC, BERKELEY), M. CLAMPIN (NASA GSFC), M. FITZGERALD (LNL), K. STAPELFELDT, E. J. KRIST (NASA JPL)



📍 Immagine del telescopio Keck al tramonto, pronto per una notte di osservazioni.

**P**er astronomi e astrofisici, novembre 2008 è stato decisamente un mese da ricordare. Per la prima volta, tre diversi gruppi di ricerca sono riusciti a osservare direttamente alcuni esopianeti, pianeti che si trovano, cioè, al di fuori del Sistema Solare, in orbita intorno ad altre stelle. Come per esempio Fomalhaut b, un pianeta grande tre volte Giove, che nelle immagini inviate dal telescopio spaziale Hubble appare come un piccolo punto luminoso accanto alla sua stella Fomalhaut. «È stata una grandissima sorpresa, davvero molto emozionante», dichiara l'astrofisica Giovanna Tinetti, ricercatrice allo University College di Londra, dopo un lungo periodo passato in California, al Jet Propulsory Laboratory della Nasa e al California Institute of Technology. Tinetti, che ha 37 anni, si occupa da meno di dieci di pianeti extrasolari, ma è già un nome importante del settore. Non tanto per la scoperta di nuovi oggetti celesti – non è una "planet hunter" – ma perché a lei si deve la prima segnalazione della presenza di acqua, metano e diossido di carbonio nell'atmosfera di un pianeta in orbita in un sistema stellare diverso dal nostro.

**Per i non esperti è molto suggestivo sapere che esistono immagini vere e proprie di pianeti lontani, ma perché l'osservazione diretta di esopianeti ha suscitato tanto entusiasmo anche tra gli addetti ai lavori?**

Perché non credevamo di essere già pronti per scoperte di questo tipo. Lo studio dei pianeti



Fomalhaut b Planet

2004  
2006



## Dallo studio di altri sistemi stellari ci aspettiamo di riuscire a conoscere meglio il nostro Sistema Solare

➤ **Rappresentazione grafica di Fomalhaut b, in orbita intorno alla sua stella. Nel riquadro, Giovanna Tinetti.**

extrasolari è una scienza giovanissima: il primo è stato individuato solo nel 1995. Oggi, però, se ne conoscono già più di 300, in maggioranza individuati con metodi indiretti, attraverso lo studio degli spettri di radiazioni emessi dai pianeti e rilevati sempre dai telescopi. L'accelerazione è stata molto forte, ma pensavamo che saremmo arrivati all'osservazione diretta con un telescopio solo tra qualche anno. Invece, Hubble ha fotografato Fomalhaut b e i telescopi a infrarossi terrestri Keck e Gemini Nord sono riusciti a "immortalare" tre pianeti in orbita attorno alla stella HR8799, nella costellazione di Pegaso: abbiamo anticipato notevolmente i tempi, aprendoci subito nuovi campi di indagine previsti per il futuro.

### **Come è stato possibile?**

Con molta abilità tecnica è un po' di astuzia: la

difficoltà aguzza l'ingegno. Il fatto è che una stella è milioni di volte più luminosa dei pianeti che potrebbero orbitare intorno e tende a oscurarli: riuscire a vederli con un telescopio, da molto lontano, è difficilissimo. Per questo, da un lato ci si è concentrati sulla ricerca di pianeti "facili": pianeti molto giovani e quindi ancora caldi, che emettono radiazioni infrarosse e il cui contrasto con la stella madre è minore. Dall'altro, si è lavorato per mettere a punto speciali strumenti e software di analisi in grado di bloccare la maggior parte della luce stellare. Qualcosa di simile a un coronografo, uno speciale telescopio che permette di osservare la corona solare, generando delle eclissi artificiali che "coprono" gran parte del disco solare.

**Che ne sarà dei metodi indiretti – velocità radiale, lenti gravitazionali e transito, per esempio – utilizzati finora per l'individuazione**



ESA/NASA/L. CALCADA

## COME TROVARE NUOVI PIANETI SENZA VEDERLI

Anche senza poterli osservare direttamente, per 13 anni gli scienziati hanno individuato pianeti extrasolari attraverso alcuni "trucchi" astronomici. Ecco i metodi più utilizzati:

### Metodo delle velocità radiali

Due corpi legati tra loro dall'attrazione gravitazionale, come un pianeta e la sua stella, ruotano entrambi intorno al comune centro di massa con una certa velocità. La presenza di un pianeta, quindi, fa sì che la stella si muova intorno al centro di massa del sistema.

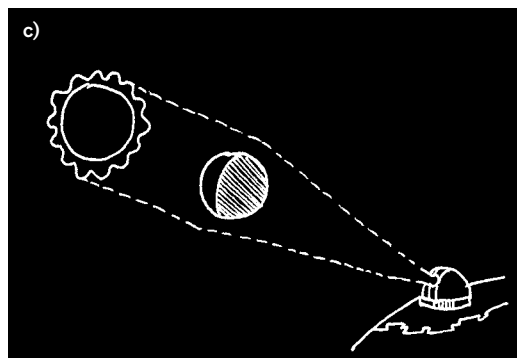
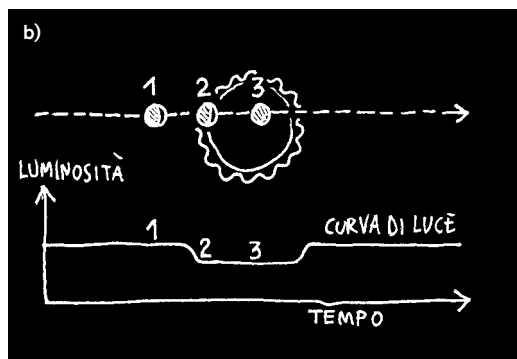
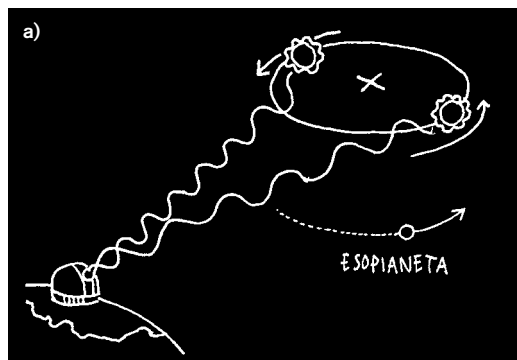
Tale moto viene registrato dall'osservatore (il telescopio) come un periodico avvicinarsi e allontanarsi della stella, grazie all'effetto Doppler: lo spettro della radiazione emessa si sposta verso il blu quando la stella si avvicina e verso il rosso quando la stella si allontana.

### Metodo del transito

Può essere utilizzato per pianeti che, orbitando intorno alla loro stella, si muovono tra l'osservatore, cioè il telescopio, e la stella stessa. Quando questo succede, il pianeta copre una piccola porzione della stella, riducendone temporaneamente la luminosità. Perché la variazione nella luminosità di una stella si possa attribuire alla presenza di un pianeta e non a una fluttuazione occasionale, è necessario che essa venga registrata a intervalli regolari.

### Metodo della microlente gravitazionale

Si basa su un particolare effetto astronomico, che si verifica quando l'osservatore, una stella e un suo pianeta sono allineati: in queste condizioni, i campi gravitazionali del pianeta e della stella "cooperano", rendendo più luminosa un'eventuale altra stella allineata sullo sfondo.



## degli esopianeti? Sono destinati ad andare in pensione?

Assolutamente no: l'osservazione diretta è uno strumento in più nelle nostre mani, ma non soppianta tutti gli altri, che possono essere utilizzati per scopi differenti. Il metodo del transito, per esempio, è quello che ha permesso al mio gruppo di ricerca di studiare le caratteristiche dell'atmosfera di HD189733b, un pianeta gassoso gigante in orbita nella costellazione della Volpetta, a 63 milioni di anni luce da noi. Grazie a questo metodo abbiamo scoperto che la sua atmosfera contiene molecole di acqua, di metano e di diossido di carbonio.

## Keck e Gemini Nord sono posizionati alle isole Hawaii. Sembra impossibile riuscire a vedere dalla Terra pianeti così lontani...

In effetti è molto difficile e proprio per questo

motivo esserci riusciti è davvero una buona notizia. Anche in questo caso c'è un problema tecnico, rappresentato dall'atmosfera terrestre, che distorce e riduce la maggior parte della radiazione elettromagnetica proveniente dallo spazio: come ho già detto, la luminosità degli esopianeti è molto bassa ed è ridotta ulteriormente dal "filtro" dell'atmosfera. Gli scienziati hanno lavorato molto su accorgimenti tecnici che permettono di migliorare il potere di risoluzione degli strumenti. Probabilmente, nei prossimi anni otterremo grandi risultati dall'osservazione da Terra ed è importante che sia così, anche perché siamo in una fase di transizione per quanto riguarda i telescopi spaziali. Tra poco, il telescopio a infrarossi Spitzer (uno dei più usati nella ricerca di esopianeti) smetterà di funzionare perché sta esaurendo le scorte di elio necessarie a raffreddarlo. Hubble rimarrà solo, in attesa che, nel 2013, venga lanciato il suo

➔ **Rappresentazione schematica dei principali metodi per l'osservazione indiretta di esopianeti:**  
**a) velocità radiali;**  
**b) transito;**  
**c) microlente gravitazionale.**



## ALLA RICERCA DEL PIANETA ABITABILE

Trovare un pianeta con l'acqua, nei suoi tre diversi stati: liquido, gassoso, solido. È questo il primo obiettivo da raggiungere nella ricerca di vita extraterrestre. Fino a poco tempo fa, le caratteristiche richieste a un pianeta perché si potesse sperare nella presenza di acqua, e si potesse quindi considerarlo abitabile, erano molto semplici: roccioso, non troppo grande, né troppo caldo né troppo freddo. Quanto alla temperatura, si pensava che per garantirne dei valori adeguati bastasse trovarsi nella cosiddetta "zona abitabile" di una stella (*Goldilocks zone*, in inglese), una regione dello spazio posta alla "giusta" distanza dalla stella stessa.

Tuttavia, è sempre più evidente che le cose possono essere più complicate di così, come racconta un articolo pubblicato su "New Scientist" [1]. Tanto per cominciare, la distanza di un pianeta dalla sua stella potrebbe non essere l'unico parametro in gioco nel determinare le caratteristiche fisiche dell'eventuale acqua presente. Molto importanti in questo senso sarebbero anche la sua massa, il tipo di atmosfera, il modo in cui orbita intorno alla stella. Marte, per esempio, pur trovandosi nella zona abitabile del nostro Sistema Solare, non ha caratteristiche di abitabilità: è troppo piccolo, per cui il suo interno si è raffreddato troppo rapidamente, "spegnendo" tutte le attività vulcaniche. Ora, le attività vulcaniche sono quelle che, sulla Terra, hanno rilasciato CO<sub>2</sub> sufficiente per creare l'effetto serra, che ha riscaldato la superficie del pianeta. La scarsità di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera di Marte mantiene la sua superficie a una temperatura troppo bassa, che impedisce la presenza di acqua liquida.

Non solo: non è detto che un pianeta debba essere sempre abitabile al 100% (neppure la Terra lo è): può esserlo in alcune porzioni di superficie, o in alcuni periodi dell'anno, oppure può esserlo stato per un periodo più o meno lungo in passato. E c'è sempre la possibilità che, su altri pianeti, si siano sviluppate forme di vita indipendenti dall'acqua, magari piccoli organismi immersi in un mare di metano liquido.

La ricerca di Terre abitabili sarà affidata, nei prossimi anni, a diversi strumenti di osservazione di nuova generazione; molte aspettative sono riposte nella missione Kepler della Nasa, avviata da pochissimi giorni. Il nuovo telescopio spaziale è progettato per monitorare oltre 100 000 stelle con l'obiettivo di rintracciare, tramite il metodo del transito, i pianeti posti nella zona abitabile e di dimensioni simili alla Terra. In questa ricerca il telescopio sarà fortemente avvantaggiato dal trovarsi in orbita intorno al Sole e non alla Terra: il suo "sguardo" sul cielo, libero da intralci, potrà registrare con maggior successo eventuali periodicità nella variazione della luminosità delle stelle osservate.

### RISORSE



1. D. Shiga, *Back to the drawing board*, "New Scientist", 2008, 2683, pp. 36, 39.



J. WEIZMAN, US NSF

📍 **Iceberg nei pressi della Penisola Antartica. Anche in ambienti inospitali come le acque dell'Antartico possono trovarsi forme di vita, come batteri e invertebrati.**

successore, il James Webb Space Telescope, frutto della collaborazione tra Nasa, Agenzia spaziale europea (Esa) e Agenzia spaziale canadese (Csa): teniamo tutti le dita incrociate perché Hubble "regga" senza problemi.

### Perché è così importante studiare i pianeti extrasolari?

A volte, guardare le cose da lontano aiuta a conoscerle meglio. Lo studio degli altri pianeti del Sistema Solare, per esempio, ci ha permesso di approfondire le nostre conoscenze sulla Terra. Allo stesso modo, ci aspettiamo che lo studio di altri sistemi stellari ci permetterà di conoscere meglio il Sistema Solare, di capire se e quanto è stato unico nella sua formazione e nella sua evoluzione. Lo studio dei pianeti extrasolari apre inoltre prospettive ancora più suggestive, perché potrebbe portarci a riconoscere pianeti cosiddetti

"abitabili", cioè candidati a ospitare la vita. Molte ricerche stanno prendendo proprio questa direzione: in pratica, si tratta di cercare negli spettri di emissione dei pianeti indicatori dell'esistenza di processi biologici o, perlomeno, di condizioni adatte alla vita come noi la conosciamo, come la presenza di acqua.

### In questo senso, che cosa ci dice la sua scoperta relativa all'atmosfera di HD189733b?

La scoperta ha avuto una grande risonanza mediatica: è ovvio che, se cerchiamo vita extraterrestre, la cerchiamo nelle forme che noi conosciamo e che dipendono dalla presenza di acqua. Aver trovato acqua nell'atmosfera di un pianeta lontano ha fatto sognare molti, e ancor più suggestiva è stata la scoperta di metano e diossido di carbonio che, contenendo atomi di carbonio, possono costituire la premessa per la



formazione di molecole organiche. Però è impossibile che HD189733b ospiti forme di vita. Si tratta infatti di un gigante gassoso molto vicino alla sua stella e quindi terribilmente caldo: la temperatura atmosferica dovrebbe aggirarsi intorno ai 700 °C. Molti esopianeti individuati finora hanno queste caratteristiche e, vista la somiglianza con Giove, sono stati raggruppati nella classe dei cosiddetti "Giovi caldi", veri e propri inferni, dal punto di vista dell'abitabilità.

### Quali sono i pianeti più promettenti in questo senso?

Probabilmente le cosiddette "Super Terre", pianeti rocciosi di dimensioni più contenute e quindi con atmosfere ridotte rispetto ai Giovi caldi. La Super Terra più piccola finora identificata è grande tre o quattro volte la Terra. Oggi questi pianeti sono un argomento di conversazione molto "alla moda" tra gli esperti, anche perché i dati a disposizione ci dicono che è probabile che le Super Terre si trovino in una buona posizione rispetto alle loro stelle (né troppo vicine, né troppo lontane). Però non possiamo per ora dire di più, perché per conoscerle meglio bisognerebbe studiarle con il metodo del transito, ma tutte quelle identificate finora non transitano. Spero davvero che qualcuno ne scopra presto una che transita! In ogni caso, per individuare pianeti sempre più simili alla Terra bisognerà probabilmente aspettare la prossima generazione di telescopi (a meno che non accada qualcosa di sorprendente come è successo con l'osservazione diretta). Penso che nei prossimi anni, con il miglioramento delle tecniche a disposizione, aumenterà il numero dei pianeti conosciuti, tra cui quelli con caratteristiche abitabili.

### Adesso in che direzione è orientata la sua attività di ricerca?

Questo è un lavoro in cui bisogna tenere il piede non in due ma in mille scarpe... Una "scarpa" è l'osservazione dei pianeti in transito, come ho fatto per HD189733b. Uno dei pianeti di cui ci stiamo occupando, insieme ad altri gruppi di ricerca, è Gliese 436b, un "Nettuno caldo", che ruota attorno a una stella piuttosto freddina con orbita eccentrica. Fa parte di una nuova classe di oggetti celesti, tutta da capire meglio. Il piede nelle altre 999 scarpe serve a prepararsi il futuro. Stanno per essere lanciati nuovi telescopi: bisogna essere pronti, capire quali sono le caratteristiche dei vari strumenti per adattare alle proprie esigenze. E bisogna convincere gli enti spaziali dell'importanza della nostra ricerca: tutti aspettano i telescopi, non solo per studiare i pianeti extrasolari. Per questo,

bisogna "farsi pubblicità": essere presenti a conferenze e congressi. Io viaggio molto: il mio migliore amico è il mio portatile.

### Un'ultima domanda: lei è andata via giovanissima dall'Italia. Pensa di tornare?

Me ne sono andata quando ho capito che dalla fisica delle particelle, di cui mi ero occupata durante la tesi e il dottorato, avrei voluto passare all'astrofisica e alla ricerca sui pianeti extrasolari. Non è stato tutto facile: cambiare Paese, spostarsi in un posto così culturalmente lontano come gli Stati Uniti ha comportato delle difficoltà, ma mi ha permesso di fare davvero quello che mi interessava, ai massimi livelli e anche saltando le tappe. Poi ho deciso di riavvicinarmi, di tornare in Europa, ma in Italia penso sarà difficile: di ricerca sui pianeti extrasolari in Italia non se ne fa molta. ☹



### IN RETE!

**Nasa: tutto sugli esopianeti** Sito davvero ricchissimo sull'esplorazione di pianeti al di fuori del Sistema Solare: news, multimedia, interviste a ricercatori e altro ancora.  
[http://planetquest.jpl.nasa.gov/Planet\\_Finder/planetfinder.html](http://planetquest.jpl.nasa.gov/Planet_Finder/planetfinder.html)

**Costruisci il tuo sistema stellare** Un divertente tool che simula l'interazione gravitazionale di stelle e pianeti del sistema costruito dall'utente.  
<http://www.alienearts.org/online/starandplanetformation/planetfamilies.php>

**Metodi di osservazione** Presentazione semplice ma molto efficace sui metodi indiretti e diretti utilizzati per l'individuazione di esopianeti.  
[http://planetquest.jpl.nasa.gov/Planet\\_Finder/planetfinder.html](http://planetquest.jpl.nasa.gov/Planet_Finder/planetfinder.html)

**Il successore di Hubble** Sito del James Webb Space Telescope, telescopio a infrarossi che "sostituirà" Hubble nel 2013.  
[www.jwst.nasa.gov](http://www.jwst.nasa.gov)

**Missione Kepler** Sito della nuova missione Nasa "alla ricerca di pianeti abitabili", partita da Cape Canaveral il 6 marzo 2009.  
[www.nasa.gov/kepler](http://www.nasa.gov/kepler)



### PER APPROFONDIRE

— P. Bianucci, *Viaggio verso l'infinito. Le sette tappe che ci hanno svelato l'universo*, Gruppo B, Milano, 2009.

— L. Bignami, G. Ranzini, D. Venturoli, *La vita nell'universo*, Bruno Mondadori, Milano, 2007.

— M.K. Gainer, *Fare Astronomia con piccoli telescopi*, Springer Verlag, Milano, 2009.



### VALENTINA MURELLI

è giornalista e redattrice scientifica free lance. Collabora con varie testate tra cui "Le Scienze", "Mente e Cervello" e "L'Espresso".