

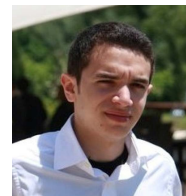
Astrobiologia: cos'è e cosa (non) sappiamo

di Nicola Mari

Editor: Olivia Candini

Revisori Esperti: Angelo Zinzi, Arianna Piccialli

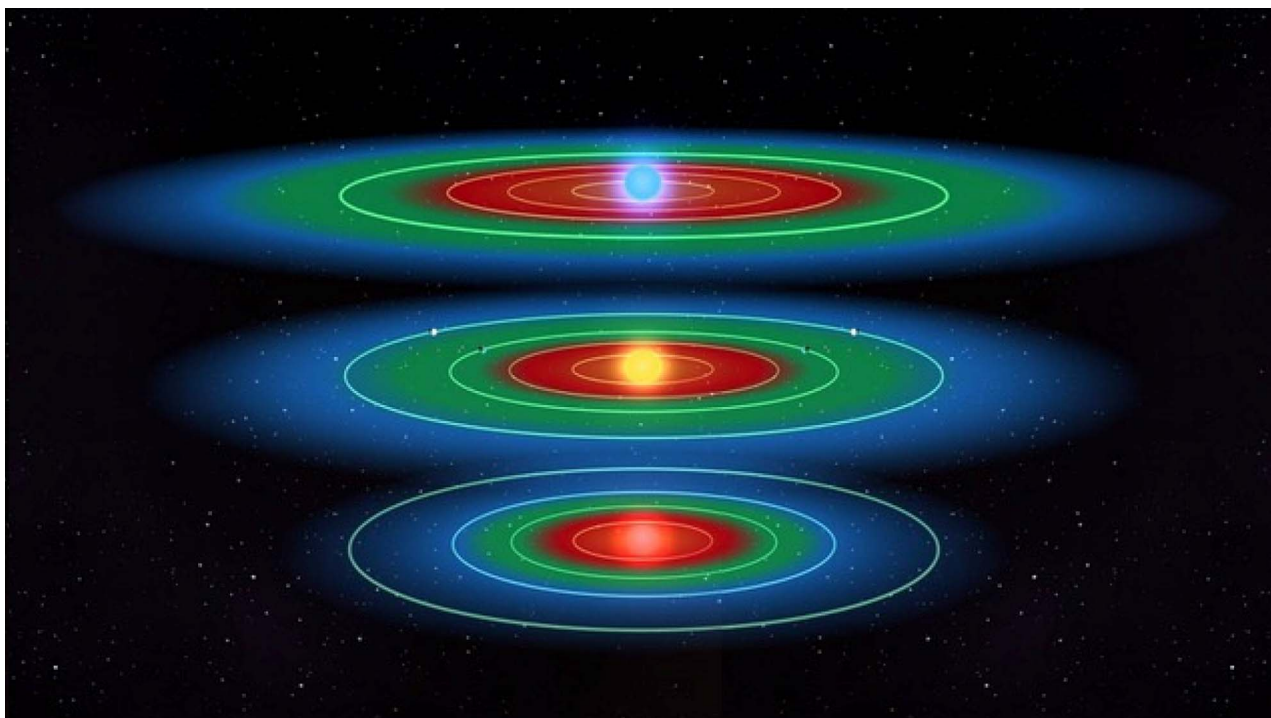
Revisori Naive: Valentina Richi, Gianna Accorsi



Parole Chiave: Astrobiologia, Biologia, Pianeti, Ricerca di Base, Spazio

Permalink: <http://informa.airicerca.org/it/2017/03/07/astrobiologia-cosa-non-sappiamo/>

doi: 10.13140/RG.2.2.19502.41284



Con il sempre più marcato avanzamento delle conoscenze riguardanti l'astronomia e la geologia planetaria, l'astrobiologia è passata dall'essere una disciplina semi-sconosciuta ad essere una materia di grande interesse nella comunità scientifica. Le tematiche affrontate sono molto delicate e facilmente fraintese dai media, in questo articolo viene dunque chiarito e riassunto cosa sappiamo, cosa non sappiamo, cosa potremo sapere esattamente da questa disciplina.

Introduzione

Se ci fermassimo un attimo ad interrogarci su quale potrebbe essere una delle più grandi questioni/domande della storia dell'umanità, tra le tante ne verremmo sicuramente fuori con: "siamo soli nell'Universo?"

Glossario

- **Abiogenesi** – campo di studio che cerca di comprendere i meccanismi chimici dell'origine della vita da materia organica non-vivente a materia organica vivente.
- **Aminoacido** – unità costitutiva di una proteina, alla base di tutti i processi vitali che conosciamo.
- **Esopianeta (o pianeta extrasolare)** – pianeta che si trova al di fuori del Sistema Solare – che orbita attorno ad una stella diversa dal Sole.
- **Serpentinizzazione** – processo geologico in cui le rocce con poca silice vengono ossidate ed idrolizzate con l'acqua, rilasciando anche metano.

È una questione incredibilmente difficile da delineare ed è l'oggetto di studio dell'astrobiologia. Benché la parola "astrobiologia" (o esobiologia) lasci pensare ad un ambito di ricerca strettamente legato alla biologia in verità non è così. In questo caso la biologia è solo una delle tante discipline presenti, fra le quali la geologia, la fisica, la chimica, l'astronomia. L'astrobiologia è principalmente lo studio dell'origine, dell'evoluzione e della distribuzione della vita extraterrestre, cioè la vita oltre la Terra, della quale, attualmente, non disponiamo nemmeno di un campione [1]. Compito di questa materia è quello di studiare le condizioni ambientali, anche estreme, come le superfici di pianeti o lune, nelle quali la vita può esistere e capire come potrebbe presentarsi, soprattutto basandosi sulla chimica presente su un determinato corpo celeste. Sulla Terra abbiamo analoghi di forme di vita che resistono in condizioni ambientali estreme come le sorgenti idrotermali (calore estremo) nei fondali degli oceani (assenza di luce e altissima pressione): se la vita esiste sotto queste condizioni proibitive, perché non dovrebbe esistere altrove?

Parallelamente, l'astrobiologia si occupa dell'origine della vita sulla Terra, soprattutto il passaggio da molecole organiche "non-viventi" a molecole organiche "viventi" (abiogenesi). Ultimamente, con le sempre nuove scoperte nel campo della geologia planetaria, e dell'astronomia, questa disciplina, da materia di nicchia, è passata ad avere una valenza incredibilmente alta, condizionando la ricerca spaziale degli ultimi anni.

Quello che sappiamo

Purtroppo non abbiamo ancora nessun dato disponibile che supporti l'esistenza di vita aliena. Poiché, come in molti altri campi scientifici, disporre di almeno una prova è indispensabile, l'obiettivo principale dell'astrobiologia è quello di ottenere un

qualsiasi indizio di vita extraterrestre, sia nel nostro Sistema Solare che a livello extrasolare.

Gli strumenti e le conoscenze che usiamo per tentare di scovare vita aliena, sia a livello unicellulare o pluricellulare, attualmente sono: la composizione geologica e geochemica degli altri mondi, molto utile per l'individuazione di ambienti adatti alla genesi e sviluppo della vita; l'abiogenesi, essenziale per interpretare il passaggio da materia inorganica a materia vivente; l'astronomia stellare e la radioastronomia, importanti per discriminare tra le classi stellari più idonee tra le quali poter rilevare possibili segnali di civiltà intelligenti tramite onde radio. Per avere la "vita" sono tre le condizioni che non devono mancare: acqua in forma liquida, essenziale per le reazioni biochimiche; energia, che può essere data dalla presenza di fumarole vulcaniche attive o sorgenti idrotermali di un corpo celeste [2], come anche dalla stessa stella di un sistema planetario; molecole organiche, utili in quanto il loro continuo rimescolamento potrebbe generare molecole sempre più complesse, come proteine. In relazione a tutte queste caratteristiche in ogni sistema planetario viene definita una zona, detta "fascia abitabile", nella quale la vita potrebbe presentarsi. Essendo l'acqua allo stato liquido la caratteristica dominante, l'estensione di questa fascia è condizionata dalla stella (o stelle) nelle vicinanze: quando la stella è molto calda allora la zona abitabile sarà relativamente estesa, possibilmente comprendendo più pianeti adatti alla vita; al contrario, quando la stella è relativamente fredda la fascia abitabile sarà minima (Fig. 1).

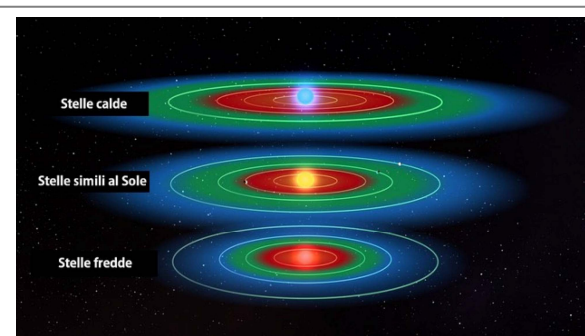


Figura 1 – La fascia abitabile di un sistema planetario, ovvero la zona dove è presente acqua in fase liquida, dipende in prima istanza dalla quantità di radiazione ricevuta dalla stella: è più ampia se la stella centrale è calda, mentre è più ristretta se la stella centrale è relativamente più fredda. Le zone in rosso sono quelle troppo calde per avere acqua in forma liquida, mentre le zone blu sono quelle troppo fredde: la zona abitabile è quindi rappresentata dalla fascia verde. Fonte: NASA/Kepler.

Quindi la geologia e le caratteristiche atmosferiche degli altri pianeti (ed esopianeti) sono potenzialmente in grado di dirci se un mondo è abitabile o meno e questo dipende soprattutto dalla coesistenza di diversi elementi e situazioni: la presenza di acqua liquida insieme ad una attività

vulcanica associata a sorgenti idrotermali (contenenti anche zolfo e potassio) potrebbe, in un ambiente idoneo, come ad esempio un fondale marino, portare al rimescolamento di molecole organiche e al loro assemblamento in molecole più complesse.

Nel Sistema Solare, sia grazie a missioni NASA ed ESA che grazie allo studio di meteoriti marziane nei nostri laboratori terrestri, abbiamo prove geochimiche della passata esistenza di acqua liquida sulla superficie marziana e dunque Marte potrebbe essere stato abitato da forme di vita in passato. L'atmosfera di Marte, inizialmente molto spessa, si è sempre più assottigliata col passare del tempo a causa della grande attività del Sole durante le prime fasi di formazione del Sistema Solare, della bassa forza di gravità marziana e dell'assenza di un campo magnetico: la vita (organismi viventi o fossili) potrebbe quindi risiedere sotto la superficie (si pensa sotto i 2 metri) dove sarebbe protetta dalle radiazioni provenienti dal Sole, ultravioletta e incompatibili con la vita prove-

nienti dal Sole [3]. Per questo motivo le prossime missioni spaziali (come ExoMars 2020) si focalizzeranno sul sottosuolo marziano con lo scopo di prelevare campioni geologici. Altri luoghi interessanti dove cercare la vita nel Sistema Solare sono alcune lune dei pianeti gassosi, come Europa (luna di Giove) o Encelado (luna di Saturno); questo perché si pensa che ci possa essere un oceano di acqua liquida salata sotto la loro superficie ghiacciata [4-5]. La quasi mancanza di crateri da impatto sulla loro superficie lascia pensare infatti ad un continuo "riciclo" della crosta di ghiaccio, per il quale serve energia, probabilmente proveniente dal basso, che sarebbe in grado di mantenere la parte sottostante in forma liquida [6]. Questa energia potrebbe provenire da vulcanetti sottomarini e sorgenti idrotermali e a supporto di questa ipotesi è la presenza di geysir che eruttano acqua in forma liquida. Si pensa che la vita sul nostro pianeta sia nata proprio nei pressi delle sorgenti idrotermali sottomarine, quindi perché non pensare la stessa cosa anche per le lune Europa ed Encelado?

Intrappolamento del metano nell'oceano di Encelado

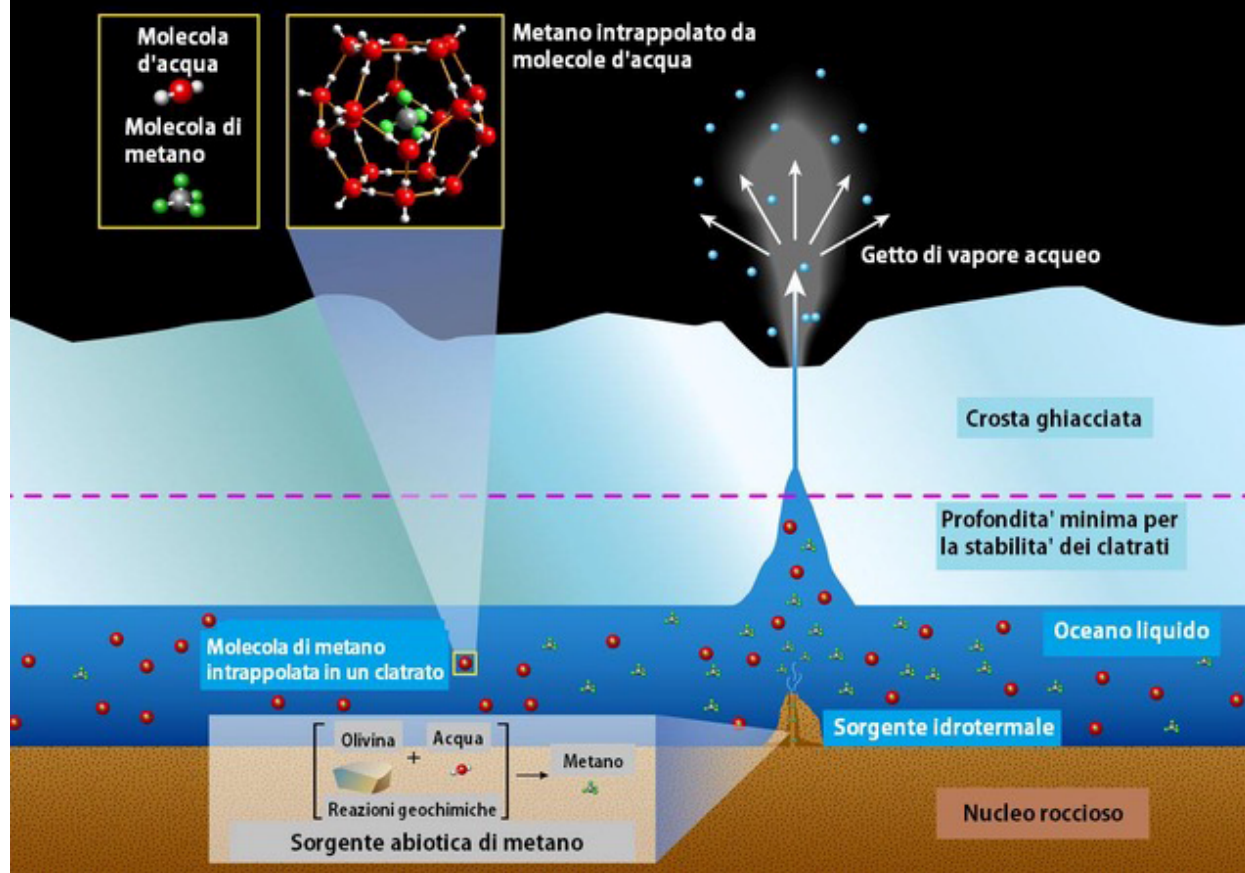


Figura 2 – Processi geochimici teorici sulla luna di Saturno, Encelado, che mostrano come il metano potrebbe essere prodotto solamente da processi geologici: una parte del metano generato in forma non-biologica dalle sorgenti idrotermali sotto l'oceano viene intrappolato in composti chimici, detti clatrati, mentre la maggior parte del metano viene espulso dalla crosta ghiacciata tramite l'azione dei geysir. Fonte: NASA/JPL-Caltech/SwRI.

Quello che non sappiamo

Attualmente non sappiamo se ci sia o ci sia stata vita in superficie, negli antichi oceani o nel sottosuolo di Marte o se ci sia mai stata vita su altri pianeti come Mercurio o Venere. Per alcuni pianeti, a causa delle loro condizioni estreme, è improbabile pensarlo. Rimane un mistero anche la possibile presenza di vita su Titano – la più grande luna di Saturno – unico ambiente oltre alla Terra con una identificata “idrologia” attiva seppur sotto forma di metano ed etano liquido e non di acqua. Su Titano sono presenti infatti laghi, fiumi, piogge e nevicate, ma tutto questo non è costituito da acqua, bensì da metano ed idrocarburi simili. Inoltre dobbiamo ancora scoprire se gli oceani delle lune ghiacciate Europa ed Encelado nascondono presenza di vita, visto che nel vapore acqueo dei geysers è stato riscontrato un alto contenuto di metano [7] che potrebbe essere o il prodotto di attività biologica oppure il risultato di processi geologici (Fig. 2), anche se recenti studi sostengono la sola attività geotermale. Per quanto riguarda gli esopianeti non sappiamo quasi nulla sulla loro geologia, possiamo solo teorizzarla grazie a dati astronomici e radioastronomici.

Rimangono indubbiamente molte questioni irrisolte da considerare: siamo davvero sicuri di star usando la metodologia corretta per cercare vita extraterrestre? Il carbonio è davvero l'elemento essenziale per la creazione della vita? Se sì, la biochimica funzionerebbe secondo gli stessi principi che regolano i processi degli organismi viventi terrestri? Da quello che sappiamo, il carbonio è l'elemento che si lega in più modi possibili per formare molecole complesse e sarebbe quindi assai improbabile trovare forme di vita basate, ad esempio, sul silicio. La natura tende ad agire sempre nel modo più semplice possibile e in questo caso il modo più semplice equivale ad utilizzare il carbonio per formare molecole complesse, quindi è probabile che siano processi biochimici simili ai nostri a caratterizzare forme di vita extraterrestri. Di certo, però, non sappiamo che biomorfologia potrà mai avere un organismo alieno fino a che non avremo un campione da studiare.

Un altro aspetto oggi sconosciuto riguarda la nostra unicità nel cosmo: è stata la combinazione di elementi casuali e fortunati a permettere alla nostra specie di evolvere? Da cosa è derivato il “salto evuzionistico” che ci ha portato a diventare esseri così intelligenti, in grado di apportare modifiche coscienti importanti all'ambiente, rispetto a tutte le precedenti specie nella storia biologica del pianeta?

Quello che potremmo sapere in futuro

In un futuro assai remoto potremmo avere i mezzi e le conoscenze per rispondere a tutti i quesiti al momento aperti. In uno scenario ancora più entusiasmante, in un futuro remoto potremo

arrivare all'esplorazione completa del Sistema Solare ed iniziare anche viaggi interstellari (impossibile con le tecnologie attuali) fino a sistemi planetari non troppo lontani dal nostro, avendo quindi assai più probabilità di rintracciare possibili forme di vita, forse anche vere e proprie civiltà intelligenti. Il progetto SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) utilizza principalmente i metodi della radioastronomia (radiotelescopi) per rintracciare possibili trasmissioni di civiltà intelligenti residenti in altri mondi, monitorando le onde radio in arrivo sul nostro pianeta in cerca di segnali non riconducibili a fenomeni naturali. In questo caso, l'astronomia stellare aiuta tantissimo nello scegliere le giuste aree del cosmo da perlustrare, ogni tipo di stella ha infatti determinate caratteristiche (massa, luminosità, temperatura, tempo di vita) che la distinguono dalle altre per la possibilità di avere pianeti rocciosi attorno e una opportuna fascia abitabile. In futuro potrebbe succedere che una trasmissione aliena venga captata. E' inoltre sempre attiva la sonda Voyager 1, che è da poco uscita dal nostro Sistema Solare, contenente un disco dorato con informazioni essenziali riguardanti la nostra civiltà: questa sonda potrebbe un giorno essere rilevata da altre forme di vita intelligenti che, intuendo come riprodurre il contenuto del disco, avrebbero l'opportunità di conoscere un po' della nostra civiltà.

In un futuro più prossimo potremmo invece essere in grado di capire, tramite missioni spaziali e planetarie, se ci sia o non ci sia stata vita su Marte sia analizzando nuovi possibili meteoriti marziani, sia facendo campionamenti diretti sul pianeta che tramite studi sulla genesi del metano. Sul pianeta è infatti stata rilevata la presenza di quantità di metano che potrebbero essere sia il prodotto di serpentinizzazione di rocce ultramafiche (rocce povere in silice e ricche di minerali con magnesio e ferro) sia il prodotto di organismi viventi, o entrambe le cose. Con future missioni sulle lune di Giove e Saturno poi (soprattutto Europa ed Encelado) potremo avere concrete indicazioni dell'esistenza o meno di forme di vita [8].

Quello che non sapremo mai

Non potremo mai sapere se altre civiltà extraterrestri intelligenti abbiano visitato il nostro pianeta in tempi molto remoti, questo perché sulla Terra è attiva la tettonica a placche (secondo gli ultimi studi, da circa 3 miliardi di anni) che periodicamente, portando le placche in subduzione, cancella e “sterilizza” gran parte delle informazioni e gli eventi avvenuti sul nostro pianeta. Anche se una civiltà aliena avesse lasciato artefatti o altro sulla superficie terrestre, né oggi né mai saremo quindi in grado di trovarla.

Non potremo mai conoscere possibili forme di vita residenti in sistemi planetari molto distanti dal

nostro o in altre galassie, questo perché i tempi di percorrenza di viaggi intergalattici sarebbero di milioni di anni anche andando alla velocità della luce – velocità fisicamente irraggiungibile per corpi dotati di massa! Anche se in futuro riusciremo ad arrivare vicini alla velocità della luce, paragonando i tempi di viaggio intergalattico ai tempi di vita di un essere umano la possibilità di raggiungere un'altra galassia sarebbe pari a zero.

Ma se per i viaggi intergalattici dobbiamo accontentarci della fantasia di eccellenti scrittori e registi cinematografici, per sapere se ci sono forme di vita extraterrestri possiamo certamente contare sull'astrobiologia e sulle numerose scoperte che ci riserveranno gli studi degli astrobiologi.

Bibliografia

- [1] Chyba C. F. and Hand K. P., 2005. Astrobiology: the study of the living Universe. *Annual review of Astronomy and Astrophysics*, vol. 43, pp. 31-74.
- [2] Cockell C. S., Cady S. L., and McLoughlin N., 2011. Volcanism and Astrobiology: Life on Earth and Beyond. *Astrobiology*, vol. 11, num. 7.
- [3] Rochette P., Gattacceca J., Chevrier V., Mathè P. E., Menvielle M., and the Mappa Science Team, 2006. Magnetism, iron minerals, and life on Mars. *Astrobiology*, vol. 6, num. 3.
- [4] Brown M. E. and Hand K. P., 2013. Salt and radiation products on the surface of Europa. *The Astronomical Journal*.
- [5] McKay C. P., Anbar A. D., Porco C., and Tsou P., 2014. Follow the plume: the habitability of Enceladus. *Astrobiology*, vol. 14, num. 4.
- [6] Hsiang-Wen Hsu et al., 2015. Ongoing hydrothermal activities within Enceladus. *Nature*, vol. 519, pp. 207-210.
- [7] Bouquet A., Mousis O., Waite J. H., and Picaud S., 2015. Possible evidence for a methane source in Enceladus' ocean. *Geophysical Research Letters*, vol. 42, issue 5, pp. 1334-1339.
- [8] Pappalardo R. T. et al., 2013. Science potential from an Europa lander. *Astrobiology*, vol. 13, num. 8.

Autore: Nicola Mari

Nicola Mari è dottorando in Scienze Planetarie presso l'University of Glasgow (UK), dove fa parte del Planetary Science and Astrobiology Research Group. Possiede due Lauree Magistrali in Geologia e in Vulcanologia, in USA (Michigan Technological University) e in Italia (Università di Milano-Bicocca), ha svolto un periodo di internship presso l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e ha conseguito numerosi stage in molte parti del mondo. Le sue ricerche si basano sulla magmatologia, vulcanologia, meteoriti e geochimica dei magmi, sia sulla Terra che su altri corpi extraterrestri. Attualmente lavora sull'evoluzione del mantello di Marte da analisi di meteoriti marziani, tramite metodi geochimico-isotopici, focalizzandosi sul rapporto ^{187}Re - ^{187}Os e nuove tecniche utilizzate in cosmochimica basate sulla distribuzione degli elementi altamente siderofili (HSE). I risultati ottenuti potranno chiarire l'evoluzione magmatica di Marte, l'interno dei pianeti terrestri nel Sistema Solare, i tempi di abitabilità per ipotetiche forme di vita su Marte. I dati ottenuti saranno anche utili per analisi di campioni Marziani ottenuti in future missioni spaziali da rover/lander e astronauti.

Info sui Revisori di questo articolo

- **Angelo Zinzi** ha una laurea e un PhD in fisica. E' attualmente assegnista di ricerca presso ASDC/INAF-OAR ASI Science Data Center/Istituto Nazionale di Astrofisica – Osservatorio Astronomico di Roma (Italia).
- **Arianna Piccialli**, PhD in fisica con indirizzo astrofisico, lavora come postdoc presso il Belgian Institute for Space Aeronomy (BIRA-IASB) (Uccle, Belgio).
- **Valentina Richi** è laureata in archeologia con specializzazione in sviluppo della lingua e lavora come esperta di lingua italiana presso Webrepublic, agenzia di Digital Marketing a Zurigo.
- **Gianna Accorsi** è maestra di scuola primaria in pensione.