

La molteplicità dei climi sui mondi abitabili

*Antonello Provenzale e Giuseppe Morante*

Alla conquista del deserto dell'Atacama

*Claudia Pacelli*

Biofirme per la ricerca di vita oltre la Terra

*Silvano Onofri e Alessia Cassaro*

Un mondo a RNA?

*Giovanna Costanzo*

Zone abitabili

*Amedeo Balbi*

Nuove frontiere sulle origini degli acidi nucleici

*Bruno Mattia Bizzarri*

Un benvenuto al nuovo Comitato Scientifico della SIA

*Daniela Billi*

Per capire se esiste vita altrove è necessaria una stretta collaborazione tra discipline diverse, quali la chimica, la biologia, la geologia, l'astrofisica e la planetologia. Inoltre la divulgazione dei risultati conseguiti è particolarmente importante in considerazione dell'interesse del pubblico e dei giovani studenti.

Il comitato scientifico della SIA ben risponde a queste necessità.

Per cercare la vita altrove bisogna capire dove, come e quando essa si sia originata sulla Terra. In primo luogo bisogna stabilire se i precursori che hanno portato alla formazione dei mattoni della vita si siano formati nello spazio interstellare e poi consegnati al nostro pianeta da asteroidi e comete. In questo contesto sono essenziali le competenze di chimica prebiotica e astrochimica di Daniela Ascenzi, Lorenzo Botta, Piero Ugliengo, Luca Dore e Marcello Crucianelli. Queste ricerche implicano che se sulla Terra la vita si è originata utilizzando composti organici formati nello spazio interstellare, non si può escludere che questi stessi composti possano aver contribuito alla comparsa della vita anche altrove.

Le attività di ricerca condotte da Giovanna Costanzo contribuiscono invece a definire le condizioni necessarie all'instaurarsi di un mondo a RNA che ha preceduto la comparsa delle prime forme di vita

cellulare.

Una limitazione nella comprensione delle prime reazioni che hanno portato alla comparsa della vita sulla Terra è la mancanza di resti fossili a testimonianza delle prime reazioni abiotiche. In questo contesto si inseriscono le competenze di geologia di Barbara Cavalazzi nell'identificare i resti fossili della vita cellulare e nell'assegnare molecole organiche ad una origine biologica e non chimica.

Gli studi condotti dalla biologa Beatrice Cobucci Ponzano sugli archea ipertermofili unitamente a quelli di Silvano Onofri sui funghi meristemati antartici contribuiscono ad un altro aspetto importante nella ricerca di vita altrove, quello dei limiti chimico-fisici che ne permettono la comparsa e la permanenza. Queste informazioni hanno implicazioni nel definire nicchie abitabili in pianeti e lune ghiacciate del nostro Sistema Solare, con particolare riferimento a Marte, Encelado ed Europa.

La definizione dell'abitabilità di pianeti orbitanti intorno ad altre stelle dipende in primo luogo dalla presenza di acqua allo stato liquido sulla loro superficie. Capire poi se un esopianeta ospita forme di vita dipende dall'impiego di tecniche spettrometriche per individuare nella loro atmosfera gas associabili ad attività metaboliche, cioè ossigeno oppure metano. Alternativamente la presenza di forme di vita potrebbe essere base della reflattanza dei pigmenti, così come il nostro pianeta ricco di vegetazione presenta un red edge dove la clorofilla non assorbe. In questo contesto si inseriscono le attività di ricerca di



astrofisici e planetologi quali Antonello Provenzale, Massimo Mazzoni e Amedeo Balbi. Quest'ultimo contribuisce in modo significativo anche alla divulgazione delle tematiche proprie dell'astrobiologia e delle ultime scoperte in tale ambito.

Infine, il comitato scientifico beneficia della presenza dell'astrofisica Fiorella Coliolo esperta in divulgazione scientifica e curatrice della mostra Space Girls, Space Women.



*Daniela Billi*

*Presidente del Comitato Scientifico della SIA*

*Università di Roma, Tor Vergata*

## Articolo

### La Molteplicità dei Climi sui Mondi Abitabili

*Antonello Provenzale e Giuseppe Morante*

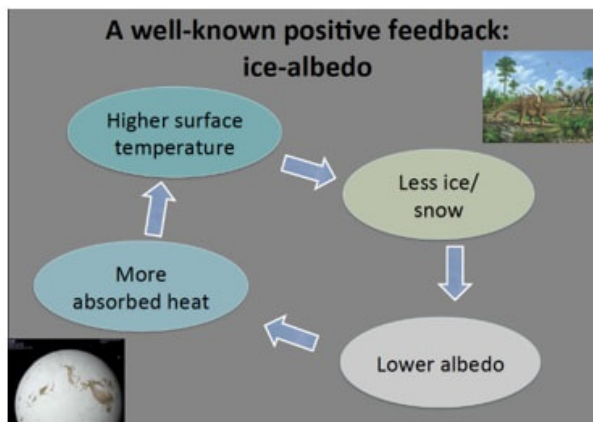
La temperatura media della superficie di un pianeta roccioso è determinata dal bilancio fra la radiazione stellare incidente (mediata sul "giorno", ovvero sul periodo di rotazione del pianeta), l'energia interna rilasciata dal mantello per decadimento radioattivo, calore residuo e dissipazione mareale, e la radiazione (in genere infrarossa) emessa dal pianeta. Quando questi diversi termini si bilanciano, mediando sul giorno e, nel caso di obliquità orbitale non nulla, sul periodo di rivoluzione intorno alla stella, la superficie del pianeta raggiunge una ben definita temperatura di equilibrio. Se cambiano le condizioni al contorno (calore in ingresso o in uscita), la temperatura di equilibrio cambia. Un modo semplice per stimare la temperatura media alla superficie di un pianeta è basata sull'utilizzo del Primo Principio della Termodinamica, ipotizzando lavoro nullo (Budyko 1968, 1969, Sellers 1969). Bilanciando l'energia incidente stellare, il flusso di calore proveniente dall'interno del pianeta (in molti casi trascurabile) e la radiazione emessa utilizzando un semplice spettro di corpo nero, è quindi possibile determinare la temperatura media alla superficie del pianeta. Esplicitando la distribuzione latitudinale della radiazione stellare, possiamo inoltre calcolare la temperatura di equilibrio alle diverse latitudini (North et al 1981).

Tuttavia, non tutta la radiazione incidente sul pianeta (o sulla sua atmosfera, nel caso di pianeti che possiedono un involucro gassoso) viene effettivamente assorbita. Una parte della radiazione stellare viene infatti riflessa senza avere nessun effetto termodinamico. La frazione di energia incidente riflessa dipende dalle caratteristiche del corpo che riceve l'energia. È esperienza comune che oggetti scuri lasciati al sole si scaldano di più rispetto a quelli chiari: per gli oggetti chiari, la frazione di energia solare riflessa (detta "albedo") è maggiore che per gli oggetti scuri. Per un pianeta come la Terra, le superfici ghiacciate o innevate e, soprattutto, la copertura nuvolosa aumentano l'albedo e riflettono buona parte della radiazione solare incidente. Nel suo complesso, mediando sulle foreste, i deserti, i ghiacci, le nubi e gli oceani, la Terra ha una albedo di circa 0.3. Questo vuol dire che circa il 30% della radiazione proveniente dal Sole viene riflessa nello spazio e non contribuisce a riscaldare la superficie del pianeta. Nel calcolo della temperatura di equilibrio, dobbiamo dunque considerare solo il 70% della radiazione incidente. Per la Terra nelle condizioni attuali, questo calcolo porterebbe a una temperatura superficiale (temperatura di emissione infrarossa) di circa -18 gradi centigradi, che creerebbe qualche difficoltà per l'abitabilità del nostro pianeta. Dove sta il problema allora? La questione è che la Terra ha un'atmosfera, che contiene gas (anidride carbonica, metano) e vapor d'acqua che sono quasi trasparenti alla radiazione solare, ma assorbono, e riemettono, la radiazione infrarossa proveniente dalla superficie del pianeta. La quantità di calore totale contenuta nella "macchina termica" terrestre, costituita dalla

superficie, gli oceani e l'atmosfera rimane la stessa, ma i gas serra "intrappolano" il calore negli strati più bassi dell'atmosfera, rendendo più freddi gli strati atmosferici più alti. In questo modo, i gas serra ridistribuiscono il calore sulla verticale, riscaldando la superficie che passa ad una temperatura media di circa 15 gradi centigradi. Nell'ultimo secolo poi, l'aumento della concentrazione di anidride carbonica a causa delle emissioni antropiche ha portato ad un ulteriore aumento di circa un grado centigrado rispetto al periodo pre-industriale. La situazione si complica ulteriormente perché l'albedo (e anche la presenza di "gas serra") non è fissata dall'esterno ma risponde in modo dinamico alle condizioni climatiche, in primis alla temperatura. Per l'albedo, in particolare, è ben noto il feedback (retroazione) che si instaura fra ghiaccio e albedo: ipotizziamo un pianeta con una copertura parziale di ghiacci, come la Terra nel momento attuale. Se la temperatura diminuisce, la copertura di ghiacci aumenta, l'albedo aumenta, la radiazione stellare incidente diminuisce, e la temperatura scende ancora. Si parla, in questo caso, di una "retroazione positiva", ovvero con effetto di amplificazione della perturbazione iniziale (si veda la Figura). L'effetto finale, in questo caso, è che per la stessa radiazione solare incidente, il pianeta può presentare due diverse temperature di equilibrio: una situazione con pochi ghiacci, albedo modesta e temperatura superficiale relativamente elevata, e una situazione di copertura di ghiacci estesa, come nel caso della Snowball Earth (Kirschvink 1992), con albedo elevata e temperatura molto bassa. Ecco, dunque, che per la stessa regione abitabile, un pianeta può presentare uno o l'altro stato,



che sono estremamente diversi nel senso dell'abitabilità.



Uno schema concettuale del *feedback* ghiaccio-albedo

Recentemente, un lavoro di esplorazione estesa dello spazio dei parametri planetari, condotto con un modello climatico semplificato (Vladilo et al ), sta indicando che la "bistabilità" per il feedback ghiaccio-albedo è relativamente comune, specialmente proprio nella regione di abitabilità. Da qui, ci si può chiedere se e quanto la bistabilità, e in particolare la temporanea insorgenza di uno stato di Snowball, può essere un requisito importante per lo sviluppo di "vita complessa" (per esempio, i metazoi, Brocks et al 2017). Infine, ricordiamo che il *feedback* ghiaccio-albedo è solo uno dei moltissimi meccanismi di retroazione presenti nel clima planetario: ad esempio, un aumento delle temperature in atmosfera in genere porta ad un aumento della concentrazione di vapor d'acqua, che ha un forte effetto serra e può quindi portare ad un ulteriore aumento delle temperature (fino al fenomeno della "runaway greenhouse" che può determinare la fine dell'abitabilità planetaria). Altri

meccanismi riguardano i feedback legati alle nubi, o ancora quelli legati agli effetti della vegetazione e alla loro influenza sull'albedo (Charney 1975) e sul vapor d'acqua (Cresto Aleina et al 2013). Insomma, i climi planetari sono sistemi molto complessi e non basta, per definire l'abitabilità, stimare il flusso di energia stellare, perché il clima del pianeta può modulare ampiamente la risposta della temperatura superficiale. E l'esistenza di equilibri climatici multipli potrebbe essere una caratteristica comune proprio dei pianeti "abitabili".

## Bibliografia

- Brocks, JJ, AJM Jarrett, E Sirantoine, C Hallmann, Y Hoshino, T Liyanage, 2017. The rise of algae in Cryogenian oceans and the emergence of animals. *Nature*, 548, 578–581
- Budyko, MI, 1968. On the origin of glacial epochs. *Meteorol. Gidrol.*, 2, 3-8.
- Budyko, MI, 1969. The effect of solar radiation variations on the climate of the earth. *Tellus*, 21, 611-619.
- Charney, J, 1975. Dynamics of deserts and droughts in the Sahel. *Q. J. Roy Meteor. Soc.*, 101, 193-202.
- Cresto Aleina, F, M Baudena, F D'Andrea, A Provenzale, 2013. Multiple equilibria on planet Dune: climate-vegetation dynamics on a sandy planet. *Tellus B*, 65, 17662, <http://dx.doi.org/10.3402/tellusb.v65i0.17662>
- Kirschvink, JL, 1992. Late Proterozoic Low-Latitude Global Glaciation: the Snowball Earth. In: J. W. Schopf & C. Klein

(eds.), *The Proterozoic Biosphere: A Multidisciplinary Study*. Cambridge University Press.

North, GR, RF Cahalan, JA Coakley Jr. 1981. Energy Balance Climate Models. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, 19, 91-121.

Sellers, WD, 1969. A climate model based on the energy balance of the earth-atmospheres system, *J. Applied Meteorology*, 8, 392-400.

Vladilo, G, L Silva, G Murante, L Filippi, A Provenzale, 2015. Modeling the surface temperature of Earth-like planets. *Astrophysical J.*, 804, doi:10.1088/0004-637X/804/1/50



*Antonello Provenzale*

*Membro del Comitato Scientifico della SIA. Direttore dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR.*

*Giuseppe Murante, INAF, Osservatorio Astronomico di Trieste*

## Articolo

Alla Conquista del Deserto dell'Atacama

*Claudia Pacelli*

*The Only Source of Knowledge is Experience*

*Albert Einstein*

“Se vuoi lavorare con l'astrobiologia e gli ambienti terrestri analoghi ad ambienti extraterrestri non puoi non andare nel deserto dell'Atacama” diceva Imre Friedmann, professore alla Florida State University e ricercatore al centro di ricerca NASA Ames. Queste parole giungono a me attraverso le parole di un collega di Friedmann, proprio qualche giorno dopo la scoperta di essere stata selezionata come microbiologa per una spedizione scientifica nel deserto dell'Atacama. Il deserto dell'Atacama, per chi non lo conoscesse, è un deserto che si estende lungo l'area costiera nord-occidentale del Cile, per un'area complessiva di circa centomila chilometri quadrati; il suo ambiente richiama, per moltissimi aspetti, l'ambiente marziano ed è per questo molto importante per gli studi di astrobiologia.

Con i suoi rarissimi giorni di pioggia nell'arco di decenni, un elevato irraggiamento ultravioletto, forte escursione termica, il deserto di Atacama, in Cile, è uno dei posti più inospitali della Terra; è inoltre una regione totalmente inesplorata. Studiare e conoscere i microorganismi che si sono adattati in questo ambiente, ostile per la maggior parte degli organismi viventi, è uno tra i principali obiettivi dell'attuale ricerca astrobiologica e capirne gli adattamenti ci permette di formulare accattivanti ipotesi per la ricerca di vita su Marte. Il deserto dell'Atacama è anche utilizzato per testare le strumentazioni che approderanno realmente su Marte, alla ricerca di forme di vita simili a quelle terrestri, nonché per validare i dati di telerilevamento satellitare,



una tecnica che permette di ricavare informazioni geologiche su Marte.

La spedizione alla quale ho avuto l'onore di partecipare è stata organizzata nell'ambito di un team internazionale, costituito da tre biologi e otto geologi provenienti da Cile, Italia, Francia e Belgio. Inoltre è stata la campagna astrobiologica con la più elevata quota rosa: ben sei ricercatrici su undici, oltre il 50 per cento! L'obiettivo principale è stato quello confrontare i dati del telerilevamento satellitare sull'area del Cile settentrionale con le caratteristiche geomorfologiche reali dell'area dell'Atacama, così da poter validare le inferenze derivanti dal telerilevamento satellitare su Marte. Tuttavia, come spesso accade in missioni di questo tipo, la spedizione ha fornito anche l'occasione per studiare la vita in un ambiente così estremo quale quello del deserto dell'Atacama, prelevando campioni da terreni vulcanici, sorgenti idrotermali e ambienti ipersalini; queste tipologie di campioni sono molto importanti perché sono tra le tipologie di campioni che verranno studiate dai futuri rover NASA e ESA in esplorazione di Marte. La campagna scientifica si è svolta tra la regione La Poruña (21°18'36"S, 68° 17'24" W) e il Monturaqui Crater (23°55'48"S, 68°15'31" W), per una durata complessiva di 8 giorni.

Nei mesi precedenti la missione, abbiamo organizzato riunioni Skype per pianificare insieme il lavoro e l'itinerario prima della partenza. Ci siamo incontrati a Antofagasta per i dettagli finali e per organizzare la logistica dell'ultimo minuto, come acquistare i generi alimentari, noleggiare auto con pneumatici extra e serbatoi supplementari di carburante, non si sa mai...poi pronti, partenza...via: il 4 aprile si parte per il deserto!

I paesaggi e l'ambientazione sono meravigliosi..la sensazione che abbiamo è quella di essere atterrati su un altro pianeta...Marte! Prima siamo circondati da rocce da mille sfumature rossastre, poi immersi in aree ipersaline tutte bianche, infine alla

ricerca di sorgenti idrotermali ancora attive, su coni di vulcani altissimi.

Il nostro campo base è stato allestito proprio sotto il cono del vulcano La Poruña: abbiamo sistemato le tende a più di 3500 metri di altitudine e ci siamo preparati per una prima notte molto fredda (che ha raggiunto la temperatura di -10 °C!). Il cielo di notte non ha confronti con quello che si vede anche dalle vette più alte dell'Italia, le stelle sono migliaia e luminosissime, la via lattea è visibilissima e chiarissima; si potrebbe stare ore ad ammirarlo, se non fosse per il troppo freddo che ci costringe a ripararci nelle tende.



Stelle e ricercatori nel deserto dell'Atacama!

Nei giorni successivi ci siamo divisi in tre gruppi per visitare più località possibili, ogni gruppo includeva due o tre geologi e almeno un biologo, per assicurarsi la raccolta dei campioni biologici. Abbiamo raccolto campioni da regioni ipersalate, per analogia con le "brine marziane", vulcani con sorgenti idrotermali ancora attive, quali, ad esempio, il complesso vulcanico dell'Apacheta-Aguilucho (5557 m a.s.l) e il vulcano Alitar (5346 m a.s.l.), dove sono stati prelevati campioni biologici dalle fumarole e dalle sorgenti calde, nonché dal suolo stesso. I campioni raccolti verranno analizzati in laboratorio, e l'identificazione dei microorganismi, principalmente estremofili, che riescono a vivere in questi ambienti così inospitali forniranno informazioni essenziali per indirizzare la ricerca di vita su Marte.

Il deserto, con le sue caratteristiche climatiche estreme e le numerose difficoltà ed incertezze che offre, mette anche a dura prova le nostre abitudini: l'elevata escursione termica, il vento fortissimo che secca la pelle molto velocemente, i raggi ultravioletti, ci costringono ad indossare costantemente cappelli e vestiti lunghi, in modo da non ustionarci, l'elevata altitudine non è semplice da sopportare e può provocare nausea e vertigini. Le strade non esistono e noi dobbiamo farci strada come possiamo in mezzo al nulla, da qui un piccolo inconveniente: la nostra jeep si è impantanata e abbiamo impiegato un intero giorno per recuperarla.

Nonostante queste piccole difficoltà, la spedizione scientifica è andata a buon fine e siamo rientrati ognuno nei nostri laboratorio con la valigia carica di rocce, suoli, nuovi amici e meravigliosi ricordi...

Per saperne di più della nostra avventura giorno dopo giorno potete visitare il sito <https://atacamavolcanofield.wordpress.com/> e incontrare tutti i ricercatori membri della spedizione su <https://maficresearch.wordpress.com/group-members/>.



Claudia Pacelli

Università della Tuscia, Viterbo

## Articolo

# Biofirme per la ricerca di vita oltre la Terra

*Silvano Onofri e Alessia Cassaro*

*È innaturale che in un campo enorme ci sia un solo stelo di grano, così pure che nell'universo infinito ci sia solo un pianeta abitato*

Metrodoro di Chio, filosofo greco del sec. 4° a. C.

Fin dall'antichità l'uomo si chiede se la vita sia limitata al nostro pianeta o se possa esistere anche in corpi diversi del nostro Sistema Solare.

A tal proposito la comunità astrobiologica internazionale sta cercando di definire quali ambienti nel nostro Sistema Solare o in altri sistemi planetari siano potenzialmente abitabili, per cercare la presenza di tracce di vita. Buona parte di questa ricerca è focalizzata su Marte, la cui storia primitiva è molto più simile a quella della Terra rispetto a quanto comunemente si pensi, per capire se esistano o siano esistite forme di vita simili a quelle terrestri.

Ovviamente il ritrovamento di forme di vita, soprattutto microbica, sarebbe la soluzione del problema, ma più realisticamente, parte della ricerca si concentra sulle sostanze che possono formarsi, per quanto ne sappiamo, solo in presenza di esseri viventi: queste sostanze vengono chiamate biofirme. Una biofirma infatti può essere definita come un elemento, una molecola o un isotopo, che è caratteristico della vita e che può essere utilizzato come evidenza scientifica della presenza di vita presente o pregressa. Le biofirme che derivano da organismi microbici, possono essere di diversa natura e sono correlate alle caratteristiche



morfologiche, organiche e metaboliche degli organismi stessi.

Sappiamo che sulla Terra possiamo trovare nelle rocce cellule o gruppi di cellule fossilizzate o anche biofilm microbici, micro- o macroscopici, e che possono essere ricercati anche su altri pianeti. Le strutture cellulari, hanno la capacità di essere permeate da una grande varietà di minerali e sedimenti, in modo da poter essere preservate al meglio. Anche la possibilità di ritrovamento di particelle simili a virus dovrebbe essere presa in considerazione, dato che i virus terrestri sono presenti nei tre domini della vita e potrebbero aver avuto un ruolo principale nell'evoluzione di vita primordiale, oltre ad essere completamente fossilizzabili.

Alcune molecole organiche sono molto resistenti e possono fornire prove o indizi dell'esistenza della vita; tra queste consideriamo gli amminoacidi, gli steroli, alcuni pigmenti, come i carotenoidi, che possono essere ricercati come tali o in forme degradate. Recentemente anche il DNA, o sue parti, e le melanine sono stati proposti come biofirme attendibili. Infatti tutti gli organismi terrestri, conservano le loro informazioni ereditarie nel DNA e partendo dal presupposto che all'interno del nostro sistema solare la diffusione di materiale da un pianeta all'altro è elevata, sarebbe plausibile trovare DNA anche su altri pianeti. Inoltre, la carica negativa del DNA comporterebbe l'adsorbimento da parte dei minerali, favorendo la protezione della molecola contro radiazioni elettromagnetiche o condizioni ossidanti. I pigmenti, come quelli sopra citati, sono molto interessanti, sia perché sono coinvolti nei processi metabolici, come la fotosintesi, sia perché fungono

da sostanze protettive negli ambienti estremi. I pigmenti come la melanina, diffusa in tutti i domini della vita, stanno assumendo un ruolo sempre più centrale nella ricerca di vita; la loro natura multifunzionale è in grado di fornire protezione contro radiazioni ultraviolette, radiazioni ionizzanti e agenti ossidanti, permettendo agli organismi di vivere in ambienti ostili.



Dall'alto, Il rRover ExoMars 2020 (ESA) e il Rover Mars 2020 (B), che sonderanno la superficie e la sub-superficie di Marte nel prossimo 2020, per la ricerca di possibili tracce di vita.

Un altro gruppo di biofirme è rappresentato dai lipidi, in quanto tutti gli organismi viventi conosciuti presentano membrane lipidiche, che oltre a favorire la compartimentalizzazione, la protezione e il passaggio selettivo di ioni e

molecole, hanno un'elevata resistenza al degrado enzimatico. Per questo motivo sono considerati i marcatori biologici con più elevata stabilità.

Gli amminoacidi, biomolecole diffusissime, hanno un ruolo principale come potenziali biofirme poiché, nonostante siano velocemente degradati in seguito ad esposizione a radiazioni UV, nel momento in cui sono protetti dal suolo, possono persistere fino a 3,5 miliardi di anni. Alcuni amminoacidi sono presenti nelle meteoriti o nella polvere interstellare e possono essere di origine abiotica, ma in ogni caso potrebbero aver contribuito all'origine della vita sulla Terra o altrove. La presenza di tracce di metaboliti cellulari è considerata una biofirma. Ad esempio la presenza di Carbonio 12 indica la fissazione di CO<sub>2</sub> in processi come la fotosintesi, che sono processi biologici.

Alcune molecole, come gli amminoacidi e carboidrati sono conosciuti per la loro natura omochirale e negli esseri viventi si trovano sotto forma di uno dei due enantiomeri presenti, rispettivamente Levogiri per gli amminoacidi e Destrogiri per gli zuccheri. Al contrario, nei sistemi abiotici sono presenti miscele racemiche, ovvero l'insieme i due enantiomeri opposti di un composto chirale. La chiralità degli amminoacidi, ad esempio, consente la discriminazione tra i composti prodotti abioticamente e quelli formati in seguito a processi biologici. Pertanto la caratterizzazione di composti chirali in ambienti extraterrestri, potrebbe fornire prove sulla presenza di vita estinta o esistente.

Le future missioni esplorative spaziali, come la missione Mars 2020 (NASA) e la seconda missione

ExoMars, che sarà lanciata nel 2020 (ESA-Roscomos), hanno lo scopo di sondare la superficie di Marte, per ricercare la presenza di eventuali impronte di vita presente o passata. La tenue atmosfera marziana non offre molta protezione contro le elevate radiazioni e, insieme alle basse temperature (temperatura media circa -60 °C), non consente la presenza di acqua liquida sulla superficie, per questo il rover ExoMars 2020, sarà dotato di un sistema di carotaggio in grado di raccogliere materiale fino a due metri di profondità. Questa capacità di campionamento sub-superficiale, offrirà una maggiore possibilità di accesso ad eventuali biofirme, che, grazie alla presenza dei minerali, risultano protette dalle radiazioni e dalle condizioni ossidanti della superficie marziana.

Infatti le varie tracce di vita, potrebbero essersi conservate proprio nel sottosuolo, grazie all'interazione dei microorganismi con i substrati attraverso processi geochimici, lasciando nella roccia segni classificabili come biofirme.



*Silvano Onofri*

*Membro del Comitato Scientifico della SIA. Responsabile delle ricerche micologiche nell'ambito del PNRA (Programma nazionale italiano per le ricerche antartiche). Università della Tuscia, Viterbo.*

*Alessia Cassaro, Università della Tuscia, Viterbo.*



## Un Mondo a RNA?

Giovanna Costanzo

Con questo principale obiettivo raggiunto [la completa assegnazione di tutte le triplette del DNA codificanti per gli amminoacidi delle proteine], è arrivato il momento di chiedersi come il flusso di informazione DNA RNA proteina possa essere iniziato. Francis [Crick] ha percorso i tempi. Nel 1968, ha ipotizzato che **l'RNA doveva essere stata la prima molecola genetica**, successivamente ha suggerito che l'RNA, oltre ad agire come stampo, avrebbe potuto anche **svolgere le funzioni di enzima** e, nel fare questo, catalizzare la sua stessa replicazione. Come i capitoli di questo illustreranno, aveva proprio ragione!

J.D. Watson nel prologo del libro "The RNA World" (edito da Gesteland & Atkins, per Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1993).

Questo entusiastico commento di Watson sulla teoria di Crick della centralità genetica dell'RNA, successivamente riformulata ed approfondita da Walter Gilbert nel 1986 (Nature, v. 319, p. 618), rende bene l'idea di come questa ipotesi abbia radicalmente cambiato la nostra visione del processo che ha portato all'origine delle forme di vita primordiali, suggerendo il ruolo chiave dell'RNA nelle prime fasi dello sviluppo della vita sulla Terra.

### The Nobel Prize in Chemistry 1989



Sidney Altman

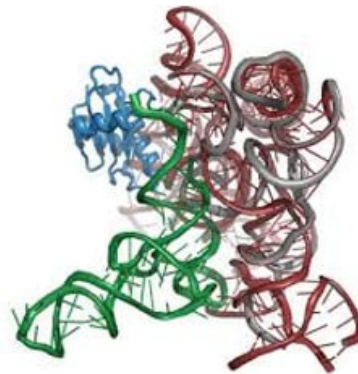


Thomas R. Cech

Photos from the Nobel Foundation archive

I vari passaggi evolutivi sono stati inizialmente

immaginati a partire da una "zuppa nucleotidica" di precursori, capaci di auto-assemblarsi in molecole di RNA. A loro volta, le molecole di RNA erano in grado, tramite ricombinazione e mutazione, di auto-replicarsi per poi riuscire ad "incorporare" una intera gamma di attività enzimatiche.



RNasi P, un enzima che mostra il passaggio dalla chimica dell' RNA alle proteine.

A questo stadio, le molecole di RNA potevano iniziare a sintetizzare proteine, dapprima sviluppando molecole "adattatrici" (oggi diremmo *RNA transfer*) capaci di legare amminoacidi attivati e poi di ordinarli secondo uno schema dato da altre molecole di RNA (*RNA messaggeri*), il tutto coadiuvato da altre molecole di RNA (*RNA ribosomiali*) che attualmente costituiscono il nucleo reattivo del ribosoma. Alcune delle proteine neo-formate potevano assolvere in maniera più efficace ad alcune funzioni enzimatiche, soppiantando le loro controparti ad RNA. Infine, sulla scena evolutiva avrebbe fatto il suo ingresso il DNA, copiato per *trascrizione inversa* dall'RNA, che avrebbe relegato quest'ultimo al ruolo attuale di intermediario. L'ipotesi era avvincente ma quali le prove? Una tappa fondamentale è consistita nella scoperta di dei *ribozimi* da parte di Thomas R. Cech e del suo gruppo (Cell, v. 31, p. 147-157, 1982). Già alla fine degli anni settanta era stato dimostrato che la

sequenza nucleotidica di un RNA funzionale non sempre è collineare con il DNA stampo, i geni sono quindi *discontinui* e sono composti da esoni ed introni. Si è capito, inoltre, che il messaggero deve essere tagliato e rilegato per rimuovere gli introni, vale a dire le sequenze non codificanti per quella particolare proteina e che questo processo, denominato *splicing*, è finemente regolato. Cech e i suoi collaboratori provarono che un introne dell'RNA ribosomiale del protozoo ciliato *Tetrahymena thermophila* era capace di auto-splicing senza l'intervento di fattori proteici. Nel 1989, Cech condivise il premio Nobel per la chimica con Sidney Altman, il quale, studiando la *Ribonucleasi P* un enzima composto da RNA e proteine che permette la maturazione degli RNA transfer, notò che l'attività catalitica era svolta dalla componente a RNA. La strada della conoscenza delle molteplici funzioni strutturali e regolative di questo acido nucleico era ormai tracciata.

Dopo questo periodo di euforia, però, lo stesso Crick cominciò a nutrire dubbi. Nel 1993 scriveva: *"Forse alla fine saremo capaci di comprendere come questo mondo a RNA sia iniziato. Per momento il divario tra il "brodo" primordiale e il primo sistema ad RNA capace di selezione naturale sembra ampio in modo proibitivo"*. E di rimando Leslie Orgel osservava: *"Poiché sintetizzare nucleotidi e far replicare l'RNA in condizioni prebiotiche plausibili si è dimostrato troppo complicato, i chimici stanno sempre più considerando la possibilità che l'RNA non sia stata la prima molecola in grado di auto-replicarsi..."*.

Più recentemente, nuove scoperte hanno ridato impulso a queste ricerche. La sintesi, in condizioni prebiotiche, di basi azotate puriniche e pirimidiniche, nucleosidi e nucleotidi lineari e ciclici a partire dal semplice composto organico formammide è stata ampiamente studiata dai gruppi di Ernesto Di Mauro e Raffaele Saladino (LIFE, v. 8, p. 1-15)

così come la polimerizzazione di ribonucleotidi ciclici a formare molecole di RNA in assenza di qualsiasi componente enzimatica. Nel 2009, i ricercatori guidati da John Sutherland hanno illustrato una possibile via di sintesi prebiotica per la formazione delle pirimidine (Nature, v. 459, p. 239-242) e lo scorso maggio il premio Nobel per la medicina 2009, Jack W. Szostak, ha pubblicato un articolo sulla diffusione di ribonucleotidi "attivati" liberi dentro cristalli contenenti corti tratti di RNA a doppio filamento, dimostrando che questi nucleotidi possono formare spontaneamente legami fosfodiesterici con l'RNA preformato (eLife 7:e36422). Come si può intuire, l'astrobiologia e la biologia molecolare ci stanno traghettando verso una nuova era che vede l'RNA protagonista. Una molecola per tutte le stagioni: future (con una miriade di RNA regolatori come *micro RNA*, [\*short interfering RNA\*](#), *snRNA*, *snoRNA*) e passate.



Giovanna Costanzo

Membro del Consiglio Scientifico della SIA.  
Ricercatore CNR dell'Istituto di Biologia Molecolare e Patologia di Roma.



### Zone Abitabili

*Amedeo Balbi*

Negli ultimi due decenni, la scoperta di un gran numero di pianeti in orbita intorno ad altre stelle (esopianeti) ha alterato radicalmente le prospettive dell'astrobiologia. Se prima la ricerca di vita fuori dalla Terra era limitata ai corpi del sistema solare, ora si è potenzialmente allargata fino a includere migliaia di sistemi planetari nelle vicinanze della nostra stella. La statistica delle caratteristiche fisiche degli esopianeti già scoperti ci porta a concludere, per inferenza, che una frazione importante (probabilmente attorno al 20%) dei sistemi planetari nella nostra galassia ospita pianeti rocciosi di massa e raggio comparabile con quello terrestre, che orbitano nella cosiddetta 'zona abitabile' della loro stella.

Il concetto di zona abitabile è spesso interpretato in maniera ben più ottimistica di quanto dovrebbe. La zona abitabile di una stella, infatti, è semplicemente quell'intervallo di distanze all'interno delle quali un pianeta con le caratteristiche della Terra potrebbe mantenersi a una temperatura compatibile con la presenza di acqua liquida. Se si analizza attentamente questa definizione, si vede che essa sottintende molte assunzioni implicite e che il fatto che un pianeta si trovi nella zona abitabile non è, di per sé, una prova che esso sia davvero abitabile (né, tantomeno, abitato). Intanto, il pianeta deve avere disponibilità di acqua, cosa tutt'altro che scontata. Come l'acqua sia

arrivata sulla Terra, ad esempio, è ancora oggetto di dibattito fra gli esperti di formazione planetaria, dal momento che le regioni interne del sistema solare sono povere di ghiacci, rispetto a quelle occupate dai pianeti giganti. Inoltre, la Terra possiede una significativa atmosfera che, fra le altre cose, mitiga il clima del pianeta: in assenza del moderato effetto serra dovuto alla concentrazione atmosferica di vapore acqueo e di anidride carbonica, le temperature sulla superficie terrestre sarebbero molto più basse di quanto non siano. Infine, la permanenza di acqua sulla superficie di un pianeta è legata anche a fattori quali la gravità superficiale del pianeta stesso, l'esposizione a radiazioni ionizzanti e particelle cariche provenienti dallo spazio o dalla propria stella, la presenza o meno di una magnetosfera, eccetera.

Un esempio evidente della limitata utilità del concetto di zona abitabile è dato dagli altri pianeti terrestri del sistema solare che, in base ad alcuni modelli teorici, cadrebbero nella zona stessa, ovvero Venere e Marte. Nessuno dei due pianeti, come sappiamo, è davvero abitabile in senso generale, sebbene la presenza di organismi particolarmente resistenti non possa essere esclusa, quantomeno su Marte. Ad ogni modo, cercare pianeti nella zona abitabile di altre stelle è un primo passo per scremare i possibili candidati che, in futuro, potranno essere studiati con maggiore dettaglio per definirne più accuratamente le caratteristiche climatiche, e anche per cercare possibili evidenze di attività biologica.

Meno noto del concetto di zona abitabile è la sua generalizzazione all'intera Via

Lattea: ovvero, la possibilità che esista una 'zona abitabile galattica'. Questa idea è stata esplorata negli ultimi anni da diversi studiosi (in particolare, Gonzalez 2001, Lineweaver 2004) e presuppone che la comparsa di esopianeti potenzialmente abitabili sia legata, oltre che alle condizioni locali del sistema planetario, anche a fattori globali. Ad esempio, l'abbondanza di elementi pesanti (che gli astronomi chiamano, per ragioni storiche, 'metalli') sembra essere correlata alla struttura dei sistemi planetari: maggiore la metallicità, maggiore la probabilità che si formino pianeti giganti. Questi, a loro volta, migrando verso le orbite più interne, potrebbero inibire la formazione di pianeti rocciosi. D'altra parte anche una metallicità troppo bassa renderebbe meno probabile la presenza di pianeti rocciosi. Poiché la metallicità dipende in parte dalla posizione delle stelle all'interno del disco galattico, potrebbero esistere zone della Via Lattea in cui la presenza di pianeti rocciosi abitabili è più probabile.

Un altro fattore da tenere presente nell'ottica dell'abitabilità galattica è la necessità di trovarsi in una regione meno soggetta a potenziali eventi catastrofici. Se, ad esempio, un pianeta si trovasse in una zona della galassia ad alta densità di esplosioni di supernovae, potrebbero esserci conseguenze negative per una eventuale biosfera, o più in generale per l'abitabilità del pianeta stesso.

Combinando i diversi fattori astrofisici che potrebbero influenzare la formazione e la permanenza di pianeti abitabili, si arriva alla conclusione che, in effetti, non tutte le regioni della nostra galassia potrebbero

essere ugualmente adatte alla presenza di pianeti abitabili. In linea di massima, sembrerebbe che le zone intermedie – non troppo vicine al centro galattico, e non troppo periferiche – come quella occupata dal nostro Sole, possano essere più 'abitabili' delle altre. La questione, però, è ancora aperta, ed è oggetto di studi teorici che mirano a considerare i vari possibili effetti in gioco e a produrre modelli teorici sempre più accurati.

Recentemente, con i miei collaboratori Francesco Tombesi, Agata Wislocka e Andjelka Kovacevic, ho iniziato a esplorare la possibilità che il buco nero supermassiccio che si trova nel nucleo della Via Lattea possa aver giocato un ruolo nel definire le condizioni di abitabilità della nostra galassia [1, 2]. In particolare, abbiamo mostrato che le radiazioni ionizzanti emesse durante la fase di attività del buco nero (in corrispondenza del rapido accrescimento avvenuto subito dopo la formazione della Via Lattea) potrebbero aver influito sull'erosione dell'atmosfera (e sulla perdita di acqua) di esopianeti in sistemi vicini al nucleo galattico. Inoltre, l'esposizione diretta a tali radiazioni potrebbe aver avuto conseguenze dannose per eventuale vita di superficie. Questi primi studi sembrano indicare che l'attività dei buchi neri nel nucleo delle galassie vada tenuta nella giusta considerazione nella messa a punto di modelli di abitabilità galattica. Più in generale, la conseguenza per l'astrobiologia è che la connessione tra la vita e l'ambiente cosmico sembra sempre più stretta man mano che ci addentriamo nella sua esplorazione, e che sempre di più, in futuro, avremo bisogno di un'ottica



multidisciplinare per rispondere alle grandi domande che il nostro campo di studio ci presenta.

### Bibliografia

Balbi, A. & Tombesi, F. (2017) *Scientific Reports* 7, 16626

Wislocka, A.M., Kovacevic, A.B. & Balbi, A. (2018) submitted



*Amedeo Balbi*  
Membro del Consiglio Scientifico della SIA. Professore di Astronomia e Astrofisica della Università degli studi di Roma Tor Vergata.

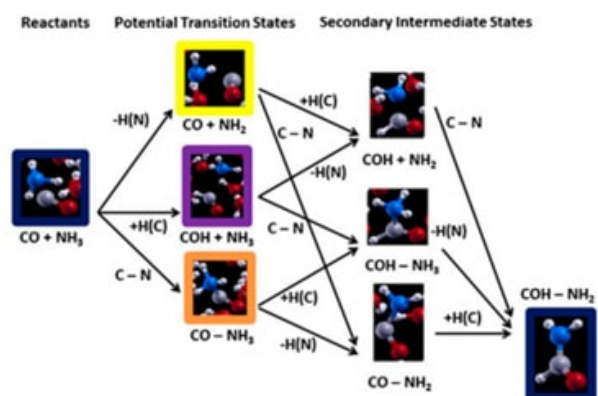
### Articolo

Nuove Frontiere sulle Origini degli Acidi Nucleici

*Bruno Mattia Bizzarri*

In assenza di vita, le componenti dei processi biogenici devono necessariamente prendere forma a partire da processi abiotici, ciò lascia spazio allo studio, e talvolta all'immaginazione, delle più svariate condizioni prebiotiche nella quali la vita possa aver avuto origine. Nel contesto dello scenario dell' "RNA World hypothesis", secondo il quale l' RNA funge sia da trasportatore dell' informazione che da catalizzatore della sua stessa replicazione, una delle principali questioni che desta maggiore curiosità è sicuramente quella della sintesi abiotica dei componenti degli acidi nucleici, nonché del loro possibile assemblamento in catene più lunghe, quali gli oligonucleotidi e i polinucleotidi. Le risposte ai vari quesiti su questo tema possono di certo essere facilitate dalla chemomimesi, che ipotizza l'impiego dei processi chimici abiotici nella evoluzione molecolare come uno stampo per quelli biologici, e che oggi rappresenta un valido strumento per la ricerca scientifica in vari ambiti. Ne è prova l'esperimento che Miller ed Urey condussero negli anni '50, dando la prima dimostrazione che, nelle giuste condizioni ambientali, le complesse molecole organiche si possono formare spontaneamente a partire da sostanze più semplici. Tra il grande numero di sostanze rinvenute in tale esperimento, sono stati identificati aminoacidi, acidi di varia natura, urea e derivati più complessi. Recentemente Marco Saitta e Franz Sajja presso l'Università Sorbonne di Parigi

(PNAS,111, 38, 23 2014) hanno dimostrato, mediante calcoli quanto-meccanici, che le molecole organiche derivanti dall'esperimento di Miller erano state sintetizzate a partire da intermedi chiave come l'acido cianidrico e la formammide. Queste due molecole, di semplice struttura chimica, hanno destato grande curiosità in ambito scientifico per la loro ubiquità nell'universo e la straordinaria capacità di evolvere in molecole più complesse.



**Figura 1.** Analisi basata sulla metadinamica della formazione di formamide: Rappresentazione dei possibili percorsi chimici e stati intermedi di transizione.

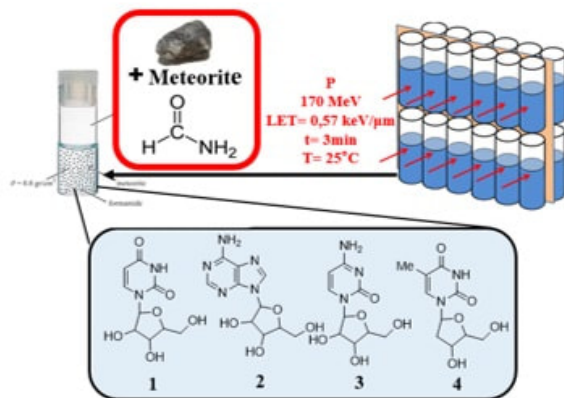
In particolare, la formammide possiede tutti gli elementi chimici necessari (C, H, N e O), ad eccezione del fosforo, per la formazione degli acidi nucleici, inoltre la selettività della sua trasformazione in molecole organiche di complessità crescente dipende dalle specifiche fonti energetiche e dagli specifici catalizzatori di origine naturale presenti nel mezzo di reazione. La sua grande capacità di evoluzione, unita alla abbondante presenza nell'universo, lascia spazio alla possibilità di modellizzare svariati scenari prebiotici, terrestri e non. A partire dagli inizi degli anni duemila è stato dimostrato che la formammide, in un sistema chemomimetico volto a riprodurre

condizioni terrestri prebiotiche, evolve in purina, adenina, citosina, e 4(3H)-pirimidinone; e se posta in presenza di meteoriti fornisce amminoacidi, eterocicli di varia natura, acidi carbossilici e tutte e cinque le basi nucleiche costituenti gli acidi nucleici: adenina, citosina, uracile, timina e guanina. L'ottenimento di numerose molecole con alto grado di promiscuità e complessità in una sintesi "one-pot" a partire da un solo probe elementare quale la formammide, distingue l'approccio di ricerca sopra citato dalle classiche metodologie sintetiche (es. J. D. Sutherland Nature Letters 2009; S.Becker, Science Reports 2016) che prevedono complesse sintesi multi-step e lunghe vie di reazione che determinano la necessità di procedure di purificazione degli intermedi e una scarsa eterogeneità di composti biologicamente rilevanti. Nel contesto della chimica prebiotica della formammide fu studiato nel 2015 un modello prebiotico volto a mimare le condizioni di irradiazione nello spazio di meteoriti con il vento solare (fascio di protoni accelerati). In queste condizioni, per irraggiamento della formammide con un fascio di protoni con una energia associata di 170 MeV, sono stati ottenuti per la prima volta in una sintesi "one pot" i nucleosidi uridina, citidina, adenosina e timidina, insieme ad un ampio insieme di composti di interesse prebiotico (Figura 2) (PNAS 26, 2015 112 (21) 2746-2755).

Nelle stesse condizioni, esperimenti di irraggiamento protonico del ribosio o del 2'-deossiribosio e di adenina, in presenza di un meteorite del tipo condrite (tra i più antichi del sistema solare), hanno permesso l'analisi in dettaglio del meccanismo di formazione dei nucleosidi,

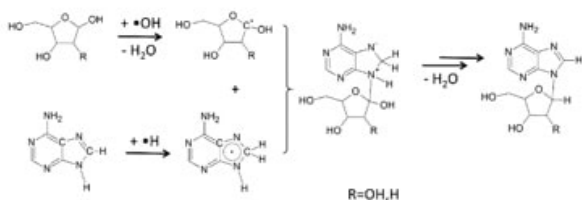


ed in particolare del legame  $\beta$ -glicosidico tra la base nucleica e lo zucchero, sia in termini di stereoselettività che di regioselettività (Sci. Rep. 2017, 7, 14709).



**Figura 2.** Schematizzazione della formazione di uridina(1), adenosina(2), citidina(3), e timidina(4) per irraggiamento protonico della formammide.

Questi studi hanno dimostrato che la reazione procede tramite un processo radicalico, in cui il radicale della base nucleica si lega chimicamente ad un analogo radicale generato sullo zucchero.



**Figura 3.** Meccanismo proposto per la formazione del legame N-glicosidico in condizioni di irraggiamento protonico.

La presenza del meteorite risulta di fondamentale importanza, sia per la catalisi della reazione che per il controllo della sua stereoselettività, in seguito al processo di adsorbimento dei reagenti sulla sua superficie.



*Bruno Mattia Bizzarri. Gruppo giovani della SIA. Università degli studi della Tuscia, Viterbo.*

## Eventi

### 6° Workshop della Società Italiana di Astrobiologia

*Beatrice Cobucci-Ponzano, Andrea Strazzulli, e Marco Moracci*

Nei giorni 29-31 Ottobre 2018, presso la suggestiva sede del Real Museo Mineralogico in Via Mezzocannone 8, Napoli, si è tenuto il 6° Workshop della Società Italiana di Astrobiologia (6° SIAW). Questo workshop ha rappresentato un evento associato al 12th International Congress of Extremophiles ad Ischia (16-20 Settembre) approfondendo l'astrobiologia, uno degli argomenti scientifici del convegno internazionale.

Il 6° Workshop della Società Italiana di Astrobiologia, come gli altri workshop della Società che lo hanno preceduto, ha rappresentato un momento fondamentale per discutere di scienza tra i soci della SIA, ma, più generalmente, tra scienziati,

studenti e divulgatori interessati all'astrobiologia. Durante l'evento due degli organi fondamentali della SIA, i rinnovati Consiglio Direttivo e Comitato Scientifico, si sono riuniti formalmente permettendo ai loro rappresentanti di incontrarsi fisicamente per la prima volta dopo le varie riunioni telematiche.

Questa sesta edizione ha avuto un'ottima partecipazione, considerando la densità degli impegni accademici, i numerosi meeting scientifici in autunno e gli anni trascorsi dal Workshop precedente a Trieste del 2015. Le 45 registrazioni sono in linea con le edizioni precedenti, e la presenza di tre scienziati stranieri (da UK, Spagna e Repubblica Ceca) di riconosciuta fama internazionale, dimostra la crescente attrattività della nostra Società e dell'astrobiologia.

Il Workshop, il cui intenso programma è disponibile sul sito del convegno <https://www.astrobio18.org/index.php/en/tentative> e scaricabile in formato pdf dal sito della SIA, si è articolato in 5 sessioni relative a chimica prebiotica, studi di astrobiologia in silico, studi sulla vita in ambiente spaziale ed in ambienti estremi e astrobiologia nel sistema solare.

Nella prima giornata del meeting, la opening lecture di Fabrizio Capaccioni (INAF-IAPS, Roma) ha illustrato una panoramica dei maggiori risultati delle missioni Cassini-Huygens, Rosetta e Dawn fornendo interessantissimi dettagli su come diversi corpi celesti del sistema solare rappresentino ambienti favorevoli all'evoluzione di molecole organiche ed

allo sviluppo di processi chimici complessi. Questa relazione è stata l'introduzione ideale per la successiva Sessione sulla Chimica Prebiotica, aperta da Nadia Balucani (Università di Perugia) con un intervento sulle reazioni che coinvolgono idrocarburi alifatici che abbondano nell'atmosfera di Titano ed è stata seguita dai seminari di Lorenzo Botta (Università della Tuscia, Viterbo), Daniela Ascenzi (Università di Trento), Bruno Maria Bizzarri (Università della Tuscia, Viterbo) e Gleb Fedoseev (Osservatorio Astrofisico di Catania). Questi interessanti interventi hanno confermato l'importanza della chimica della formammide e del ruolo dei meteoriti nella sintesi spontanea dei precursori di macromolecole biologiche, delle reazioni ioniche per la sintesi di molecole organiche complesse e della sintesi di precursori di lipidi per idrogenazione di analoghi di ghiaccio ricchi in CO.

Il secondo giorno del convegno si è aperto con la Sessione su Studi Astrobiologici in silico, con la relazione del primo keynote speaker, Judit Sponer (Accademia delle Scienze della Repubblica Ceca) che ha illustrato come la chimica computazionale fornisce nuovi modelli interpretativi delle reazioni di chimica prebiotica. Nelle presentazioni successive, Antonello Provenzale (IGG-CNR, Pisa) ha descritto modelli in silico per lo studio climatico di pianeti rocciosi extrasolari mentre Sonia Melandri (Università di Bologna) ha presentato metodi computazionali per l'interpretazione di dati spettroscopici di molecole organiche nello spazio.

Questa sessione, insieme a quella del giorno precedente, ha illustrato diversi ed



presiedute dal presidente della SIA Raffaele Saladino. Gli incontri sono stati estremamente proficui con l'elezione della Responsabile del Comitato Scientifico, Daniela Billi, e con utili suggerimenti per il prosieguo della Società. In serata la cena sociale si è svolta nel Ristorante storico 'La Scialuppa' presso il Borgo Marinaro.

La terza ed ultima giornata del 6° SIAW si è aperta con la quinta Sessione: Astrobiologia nel Sistema Solare ed oltre, con le presentazioni di John Robert Brucato e Linda Podio (entrambi INAF, Firenze) che hanno riguardato interessanti studi di spettroscopia, spettrometria ed interferometria relativi a minerali analoghi di Marte ed a polveri interstellari. I seminari su argomenti di astrofisica di Simone Ieva (Osservatorio Astronomico, Roma) e Amedeo Balbi (Università Tor Vergata, Roma) hanno riguardato l'osservazione e l'identificazione di Near-Earth Objects carbonacei ed il possibile effetto di radiazioni derivanti da buchi neri sull'abitabilità di pianeti analoghi alla Terra nel nostro Sistema solare.

L'ultimo keynote speaker del 6° SIAW è stato Silvano Onofri (Università della Tuscia, Viterbo) con una interessante presentazione sul progetto "Vita nello spazio - Origine, presenza, persistenza della vita nello spazio, dalle molecole agli estremofili" recentemente approvato dall'Agenzia Spaziale Italiana per l'Area Tematica Astrobiologia. La presentazione, dettagliata ed interessante, ha mostrato le tematiche affrontate da questo progetto ambizioso e, brevemente, le attività proposte dai gruppi partecipanti distribuiti sul territorio nazionale. È

importante sottolineare la presenza nel progetto di molti Principal Investigators che da anni lavorano in astrobiologia e sono soci della Società.

La presentazione di Silvano Onofri ha rappresentato l'introduzione ideale per la successiva Tavola Rotonda: 'Astrobiologia in Italia ed oltre: prospettive e sviluppi futuri', coordinata da Raffaele Saladino, a cui hanno partecipato Enrico Alleva (Accademia dei Lincei-Agenzia Spaziale Italiana) Gabriele Mascetti (Agenzia Spaziale Italiana), Cristina Puzzarini (Università di Bologna), John Robert Brucato, Silvano Onofri e Marco Moracci. I temi trattati, che hanno coinvolto tutti i partecipanti con interessanti interventi, sono stati il prossimo lancio di una call da parte della Società Italiana di Astrobiologia per la creazione di un Istituto di Astrobiologia Italiano che ha lo scopo di accreditare gruppi attivi nella nostra disciplina; la creazione di un Istituto di Astrobiologia Europeo, un forum dell'European Astrobiology Network Association; le prospettive progettuali sull'astrobiologia in Italia ed in Europa; le possibili prospettive su memorandum of understanding tra SIA, ASI e NASA e, infine, sullo studio di interazioni tra la SIA e la comunità astrochimica italiana. Le considerazioni finali emerse dalla Tavola Rotonda sono che la ricerca astrobiologica italiana vive un momento di estrema vivacità scientifica che, nonostante il sostegno costante dell'ASI nei decenni e l'interesse mediatico, purtroppo, non è supportata da adeguate risorse. In questo panorama, la SIA svolgerà un ruolo essenziale in questi anni per difendere ed alimentare l'astrobiologia italiana.

interessanti approcci per lo studio della chimica prebiotica sia sperimentali che teorici confermando la vastità degli argomenti di interesse in questo ambito. Le due Sessioni successive - Studi della Vita nello Spazio e Vita in ambienti estremi - hanno riguardato studi relativi a scale dimensionali di livello macromolecolare e cellulare. Giovanni Vladilo (INAF-OAT, Trieste) ha offerto una stimolante presentazione sull'importanza dei legami idrogeno per l'origine della vita nell'universo e Giovanna Costanzo (IBPM-CNR, Roma) sulla sintesi prebiotica degli acidi nucleici. Invece Paola Di Donato (Università di Napoli Partenope) ha presentato risultati interessanti sull'effetto delle condizioni spaziali su un microorganismo estremofilo. La sessione di Studi della Vita nello Spazio è stata chiusa dall'interessante presentazione di Michele Balsamo (Kayser Italia, Livorno), con la descrizione delle attività e dei progetti svolti negli anni dall'azienda aerospaziale Kayser Italia offrendo numerosi spunti per possibili collaborazioni future.

A questa sessione, dopo il break per il pranzo, è seguita la sessione poster con 10 interessanti contributi che hanno ulteriormente ampliato gli argomenti del workshop, come, per esempio, quelli riguardanti la Search for Extra-Terrestrial Intelligence, di Claudio Maccone, e la realizzazione di un servizio per lo studio di proteine ed enzimi da estremofili nell'ambito un'infrastruttura di ricerca finanziata dalla Comunità Europea (IBISBA 1.0) presentato da Mauro Di Fenza.

L'ultima sessione della giornata - Vita in ambienti estremi - è stata aperta dal keynote speaker Antonio Ventosa (Università di Siviglia, Spagna), Presidente uscente della Società Internazionale degli Estremofili. L'argomento del seminario è stato lo studio di microorganismi alofili estremi che sono tra i sistemi modello più interessanti, insieme agli Archaea ipertermofili presentati da Beatrice Cobucci-Ponzano (IBBR-CNR, Napoli) ed ai cianobatteri desertici descritti da Daniela Billi (Università Tor Vergata, Roma). Queste due interessanti presentazioni, in particolare, hanno illustrato come lo studio dei geni interrotti in Archaea può fornire indicazioni sull'evoluzione dei genomi e batteri adattati ad ambienti estremi terrestri siano utili sistemi modello per studiare possibili meccanismi di adattamento ad ambienti marziani.

Le ultime due presentazioni della giornata di Rosa Santomarino e Roberta Iacono, giovani ricercatrici rispettivamente dalla Università di Edimburgo (Regno Unito) e dall'Università di Napoli, 'Federico II' hanno riguardato esperimenti di formazione di biofilm in assenza di gravità per future missioni sulla Stazione Spaziale Internazionale e lo studio degli effetti geotermici e ambientali sulle comunità di estremofili che popolano ambienti solfatarici ad alta temperatura.

Conclusi i lavori scientifici della seconda giornata del workshop, si è svolta la riunione congiunta del Consiglio Direttivo e del Comitato Scientifico della SIA seguita poi dalla riunione del Consiglio Direttivo; entrambe le riunioni sono state



La closing lecture del 6° SIAW è stata di Vincenzo Barone Direttore della Scuola Normale Superiore di Pisa. La sua presentazione ha abbracciato temi fondamentali dell'astrochimica, come l'abbondanza di molecole organiche nello spazio, il loro ruolo come basi per la sintesi prebiotica di macromolecole biologiche, e l'importanza della chiralità nella biologia. Barone ha poi illustrato come questa disciplina si basi su tre pilastri: le osservazioni astronomiche, gli esperimenti di laboratorio e la quantomeccanica computazionale. Quest'ultimo aspetto rappresenta uno degli approcci più promettenti per comprendere i meccanismi termodinamici e cinetici per la sintesi prebiotica spaziale.

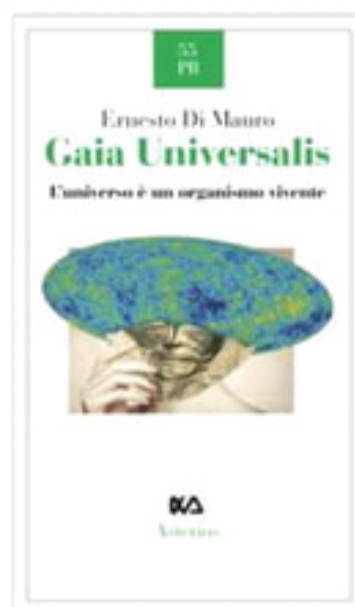
In conclusione, il 6° Workshop della Società Italiana di Astrobiologia ha illustrato lo stato dell'arte della ricerca astrobiologica in Italia in ogni sua disciplina: chimica, astrochimica, astrofisico, planetario, microbiologico ed ha confermato come la nostra Società sia la 'casa' degli astrobiologi italiani annoverando gruppi attivi in ogni sua ramificazione.

Beatrice Cobucci-Ponzano<sup>1</sup>, Andrea Strazzulli<sup>2</sup>, Marco Moracci<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istituto di Bioscienze e BioRisorse, UOS Napoli Via P. Castellino 111, 80131 Napoli  
[beatrice.cobucciponzano@ibbr.cnr.it](mailto:beatrice.cobucciponzano@ibbr.cnr.it)

<sup>2</sup>Dipartimento di Biologia, Università di Napoli 'Federico II' Via Cintia 21, 80126 Napoli. Istituto di Bioscienze e BioRisorse, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Via P. Castellino 111, 80127 Napoli.  
[andrea.strazzulli@unina.it](mailto:andrea.strazzulli@unina.it); [marco.moracci@unina.it](mailto:marco.moracci@unina.it)

## Libri sulle Stelle



### Gaia Universalis

*L'universo è un organismo vivente*

Di Ernesto Di Mauro,

Asterios Editore, Trieste 2018, 108 pagine

Questo breve saggio di recentissima pubblicazione affronta un tema centrale non solo dell'astrobiologia, ma dell'intera esistenza umana: la Vita nell'Universo. Naturalmente si tratta di argomento immenso e sarebbe presuntuoso immaginare di svilupparlo nel centinaio di pagine del volumetto, ma l'autore fornisce una visione interessante e nuova per spiegare e sostenere il suo punto di vista nell'aforisma che fa da sottotitolo del libro: *L'universo è un organismo vivente.*

La spiegazione di questa affermazione è riassunta nell'ultima di copertina che illustra i concetti di fondo che vengono

sviluppati nel saggio, le origini storiche di questo aforisma ed i collegamenti con i principi scientifici di base che lo hanno ispirato. In particolare, un elemento fondamentale usato dall'autore per le sue analisi è il Principio dell'Osservatore della fisica quantistica secondo cui la presenza dell'osservatore è indispensabile per definire l'Universo. Esso si manifesta solo quando viene osservato rendendo centrale l'essere umano, le sue esperienze sperimentali ed il pensiero filosofico e metafisico. Il Principio dell'Osservatore quindi permette all'autore di affrontare molti argomenti: definizione di Vita, collegamento tra Vita biologica e Vita fisica, origine della Vita, evoluzione dell'uomo ed evoluzione del pensiero umano.

Il testo, per come viene trattato l'argomento è estremamente accattivante. La prosa chiara e agile offre una facile lettura del punto di vista dell'autore. Nel libro è divertente ed interessante seguire il filo dei ragionamenti che collegano l'unità delle regole che governano il cosmo, la chimica pre-biotica, di cui l'autore è un riconosciuto esperto di fama internazionale, la biologia, l'antropologia ed il pensiero filosofico classico.

Il pregio maggiore del volume è di offrire una infinità di spunti. Ne consiglio la lettura a tutti coloro interessati a guardare con curiosità la materia vivente e non nell'Universo che ci circonda: scienziati, docenti universitari e di scuole superiori,

studenti e semplici appassionati di astrobiologia, cosmologia e filosofia.

*Marco Moracci*



## Note sugli autori

**Daniela Billi** è Professore Associato nel Dipartimento di Biologia dell'Università di Tor Vergata dove è docente dei corsi di Astrobiologia e Biologia Sintetica. Da 2000 al 2016 è stata ricercatore presso lo stesso Ateneo. Si è laureata in Scienze Biologiche presso la Sapienza, nel 1996 ha conseguito il Ph.D. in Biologia Cellulare e Molecolare e nel 1999 la specializzazione in Applicazioni Biotecnologiche, entrambe dall'Università di Tor Vergata. Dal 2003 è membro del Collegio del Dottorato in Biologia Cellulare e Molecolare. E' responsabile del laboratorio di Astrobiologia e Biologia Molecolare dei Cianobatteri rivolto allo studio delle basi molecolari della resistenza dei cianobatteri ad ambienti desertici e condizioni spaziali e marziane simulate. Si interessa anche dell'impiego dei cianobatteri in tecnologie a sostegno di avamposti umani su Luna e Marte. Le ricerche sono finanziate dall'ASI e PNRA.

**Antonello Provenzale** è Dirigente di Ricerca e Direttore dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR. Attività di ricerca su interazioni clima-geosfera-biosfera, dinamica dei fluidi planetari e abitabilità planetaria. Golden Badge Award della European Geophysical Society nel 1997. Professore invitato alla Ecole Normale Supérieure e alla Université Pierre et Marie Curie di Parigi, alla Ben Gurion University di Beer Sheva (Israele) e alla University of Colorado a Boulder (USA). Coordinatore del Progetto Europeo H2020 "ECOPOTENTIAL" (2015-2019). Coordinatore di GEO ECO, la Global Ecosystem Initiative di GEO (Group on Earth Observations). Autore di più di 150 pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali (ISI). Autore di libri e articoli divulgativi.

**Silvano Onofri** è professore ordinario di Botanica sistematica presso il Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB) dell'Università della Tuscia di Viterbo; Già Direttore del DEB, dell'Orto Botanico dell'Università della Tuscia e del Dipartimento di Scienze Ambientali, membro del Consiglio di amministrazione e del Senato accademico. Responsabile delle ricerche micologiche nell'ambito del PNRA (Programma nazionale italiano per le ricerche antartiche). Fondatore della Collezione di Colture di Funghi da Ambienti Estremi (CCFEE), fondata da E.I. Friedmann (Polar Desert Research Center, Director). Principal Investigator del Programma ESA Expose-LIFE (Esperimento di Chiari e Funghi, Resistenza di licheni e funghi litici in condizioni spaziali), sulla Stazione Spaziale Internazionale. Nel 2006 è stato eletto Segretario del Consiglio Direttivo della Società Botanica Italiana (SBI). Dal 2011 membro, al momento vice-Presidente, della Commissione Scientifica Nazionale per l'Antartide (CSNA), e Delegato Italiano per lo Scientific Committee for Antarctic Research.

**Giovanna Costanzo** is researcher at CNR (Italian Research National Council) - Institute of Molecular Biology and Pathology, Piazzale Aldo Moro, 5, 00198, Rome, Italy. Education:1984-1987- Undergraduate fellow in Biological Sciences at University of Rome "La Sapienza", working at her thesis in Molecular Genetics at "Istituto Superiore di Sanità", under the supervision of Dr. Piero Battaglia. 1987- Graduated with honours (110/110 cum laude) in Biological Sciences with the thesis "Spatial genetic information in the kinetoplast DNA of *Trypanosoma lewisi*".1987-1991 –Post-graduate research at "Centro per lo Studio degli Acidi Nucleici", CNR, Rome, Italy, under the supervision of Prof. Ernesto Di Mauro. 1991-1993 – Recipient of a two years fellowship at the State University of New York

at Stony Brook (USA), Dept. of Biochemistry and Cell Biology, under the supervision of Prof. Rolf Sternglanz. 1993-2001- Recipient of fellowships and research grants at the University of Rome "La Sapienza". 2001-present- Researcher at Institute of Molecular Biology and Pathology (IBPM), CNR, Rome, Italy. 2007- Eligible for Senior Researcher at Institute of Molecular Biology and Pathology (IBPM), CNR, Rome, Italy. 2012- Eligible for Assistant Professor through National Scientific Qualification (ASN), in Molecular Biology (05/E2) and Biochemistry (05/E1). Research Interest: DNA structure and genetic information; DNA topology and chromatin structure (nucleosomal positioning in vitro and in vivo); Origin of life and prebiotic chemistry.

**Amedeo Balbi** è professore associato di astronomia e astrofisica presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", dove insegna astrobiologia dal 2004. È autore o co-autore di oltre 90 lavori scientifici, che coprono un ampio insieme di argomenti, tra cui la fisica dell'universo primordiale, il problema della materia oscura e dell'energia oscura, e la ricerca della vita nel cosmo. I suoi attuali interessi di ricerca comprendono studi teorici sull'abitabilità, sull'emergere della complessità e sulla distribuzione della vita nell'universo. È membro della International Astronomical Union e del Foundational Questions Institute (FQXi).

**Bruno Mattia Bizzarri** è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche dell'Università degli Studi della Tuscia. Da diversi anni si occupa del modello della chimica prebiotica della formamide sviluppando scenari di tipo geochimico.

**Caludia Pacelli** è laureata in Biologia cellulare e molecolare, ha conseguito il dottorato nel giugno 2017 all'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo, dove è attualmente assegnista di ricerca. La sua tesi di dottorato, svolta in collaborazione con l'Istituto "Albert Einstein" di New York, ha riguardato principalmente la sopravvivenza di un microfungo proveniente dalle Valli secche di McMurdo, in Antartide, a condizioni di esposizione spaziale e Marziana sulla Stazione Spaziale Internazionale. I principali interessi di ricerca riguardano gli adattamenti dei microrganismi agli ambienti estremi nonché la ricerca di possibili tracce di vita al di fuori della Terra, specialmente su Marte. È membro della commissione "AbGrade", l'associazione europea dei giovani ricercatori in Astrobiologia.