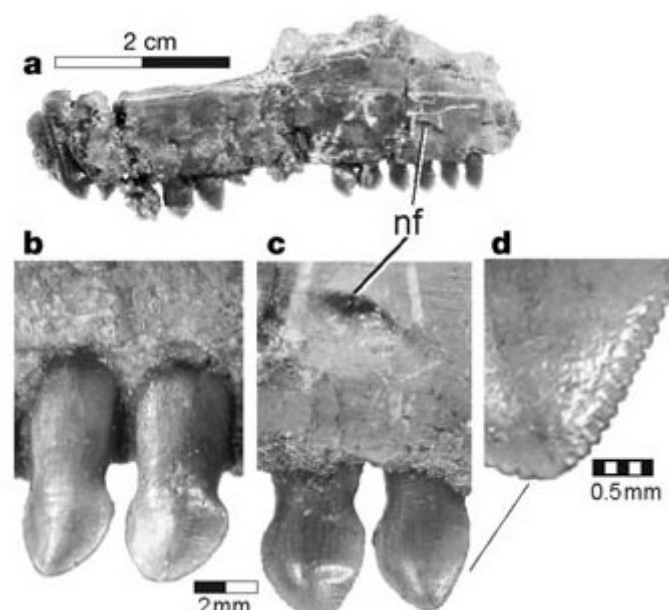


Un dinosauro diventato vegetariano

Dalla rivista *Nature* del 5 .5. 2005: Kirkland J. I., Zanno L. E., Sampson S. D., Clark J. M. & Beblieux D. D., vol. **434**, p. 84 – 87.

Dei cercatori di fossili hanno di recente scoperto negli Stati Uniti, precisamente nello Utah, una nuova specie di dinosauro che visse circa 130 milioni di anni fa, il *Falcarius utahensis*. La peculiarità della scoperta consiste nel fatto che si tratta della documentazione del passaggio da una abitudine alimentare costituita da una dieta carnea ad una invece vegetariana.

Il *Falcarius* appartiene ad un gruppo di dinosauri detti terizinosauroidi, già noti per essere erbivori, ma la specie ora scoperta rappresenta la più primitiva del gruppo ad avere intrapreso un'alimentazione mista, in parte carnea ed in parte vegetariana. I denti mostrano una forma di adattamento a strappare le foglie; denti simili si ritrovano nell'attuale iguana, rettile che ha dieta mista. Il *Falcarius* inoltre aveva una struttura pelvica piuttosto larga, tale da accogliere un lungo tratto digerente, necessario per il processo digestivo di estrazione dei nutrienti dai vegetali ingeriti. Non è stato ancora chiarito il motivo che ha spinto questi dinosauri a modificare le loro abitudini alimentari, pur possedendo, come la maggior parte dei teropodi, caratteristiche tipiche dei predatori, come ad esempio arti lunghi adatti alla corsa.



Prossime manifestazioni (sala U. Baro Quartiere 3 Brenta – Venezia)

- Venerdì 2 settembre: la prima riunione dopo le vacanze estive è una serata libera. Ci racconteremo di eventuali nuovi ritrovamenti
- Mercoledì 14 settembre il socio Fabio Tosato parlerà della “collezione di micro-mounts”
- Venerdì 7 ottobre il dott. Cristiano Dal Sasso “In Madagascar sulle tracce dei dinosauri”
- Mercoledì 19 ottobre il socio Giuseppe Sanco parlerà degli “Elementi nativi”
- Venerdì 4 novembre serata da definire
- Mercoledì 16 novembre: riunione del C.D.
- Venerdì 2 dicembre: assemblea del GMPE per l'approvazione del bilancio economico e di attività e nomina del nuovo C.D.

GRUPPO MINERALOGICO PALEONTOLOGICO EUGANEO

c/o Presidenza via Gonzati, 12 - 35127 Padova. Informazioni (segretario Luigi Bettero) 349 6608144

Riunioni: il primo venerdì del mese, ore 21 presso il Quartiere 3 “Est”, Via S. Marco, 300 - Padova

e-mail del GMPE: gmineralogicoeuganeo@libero.it

Sito web: <http://www.gmpe.it/>



NOTIZIARIO

N. 46 - giugno 2005

Stampato in proprio

G.M.P.E.

Parola d'ordine: acqua

Caterina Boccato e Melania Brolis - Osservatorio Astronomico di Padova

La ricerca di acqua nel Sistema Solare

Malgrado la sua abbondanza e la sua infinita varietà, la vita viene spesso considerata un avvenimento raro, quasi miracoloso. Ci si è sempre chiesti se possa riprodursi anche al di fuori della Terra e in quali condizioni. Gli esseri viventi infatti hanno bisogno almeno di tre cose per sopravvivere: elementi nutritivi, energia e acqua allo stato liquido.

L'acqua è una componente essenziale della vita: può essere considerata il solvente universale della materia vivente, perché è legata mediante legami chimici alle molecole organiche (soprattutto le proteine) che formano l'impalcatura degli esseri viventi, rendendo possibile lo stato colloidale tipico della materia che li compone. Perché un pianeta possa ospitare la vita, l'acqua deve necessariamente essere disponibile, anche se in modo irregolare (in questo caso eventuali organismi viventi possono restare inattivi finché essa non compare).

Gli astrobiologi (scienziati che studiano le condizioni di abitabilità extraterrestri e cercano possibili forme di vita al di fuori della Terra) hanno dunque adottato un criterio minimo per stabilire se un pianeta o un satellite è potenzialmente in grado di ospitare la vita: la presenza di acqua allo stato liquido. La vita scoperta finora sulla Terra sembra essere limitata a temperature comprese tra circa 15 °C sotto zero e 115 °C, intervallo nel quale l'acqua, nelle giuste condizioni fisiche, può mantenersi liquida. Per questo motivo, per fare una prima selezione dei possibili habitat extraterrestri adatti alla vita, per prima cosa si usa cercare le tracce della presenza di acqua.

L'acqua è inoltre un veicolo importante per trasportare sostanze chimiche disciolte, e rappresenta un importante reagente chimico. Quindi, i pianeti e i satelliti che possiedono un proprio sistema per riciclare acqua (per esempio cicli geotermici o atmosferici), possiedono anche il meccanismo per trasportare le sostanze chimiche necessarie agli organismi viventi.

Cercare acqua nello spazio però non è semplice come sulla Terra. La maggior parte dei corpi del nostro Sistema Solare non è mai stata visitata da una sonda, mentre alcuni di essi sono stati fotografati solo a distanza da una navicella spaziale. Bisogna quindi cercare le tracce indirette della sua presenza. Una di queste è il ghiaccio: anche non è detto che si tratti di ghiaccio d'acqua, è possibile che essa vi si trovi mescolata ad altre sostanze, come anidride carbonica solidificata (ghiaccio secco), oppure mista al terreno forma di *permafrost* (suolo permanentemente ghiacciato anche in profondità, spesso misto a ghiaccio, che si trova in zone di grande freddo, sia sulla Terra che su altri pianeti).

Un'altra possibilità è cercare vapore acqueo nell'eventuale atmosfera del pianeta, anche se non è detto che esistano le condizioni per la sua condensazione e precipitazione al suolo (circolazione atmosferica). Infine, si cercano nel terreno i tipici segni di erosione provocati dall'acqua (antichi letti di fiumi o laghi). In rari casi, quando è stato possibile inviare delle sonde a raccogliere campioni di suolo, vi si sono potute cercare direttamente le tracce di acqua.

Su un corpo celeste molto freddo, sarà necessaria una sorgente interna di calore per poter sciogliere il ghiaccio o il *permafrost*. Su un mondo molto caldo, invece, l'acqua evaporerà a meno che non si trovi molto al di sotto della superficie.

Questo restringe la scelta sui possibili habitat nel nostro Sistema Solare. Secondo gli astronomi, i corpi che più verosimilmente potrebbero ospitare forme di vita sono Marte, Europa (satellite di Giove) e Titano (satellite di Saturno), per la loro composizione chimica, la conformazione geologica, la presenza di acqua o di un'atmosfera. Anche il nostro satellite però ha riservato delle sorprese. Le sonde *Clementine* e *Lunar Prospector* della Nasa hanno rivelato sulla Luna la presenza di grandi quantità di acqua ghiacciata, nascosta sul fondo di crateri che si trovano nelle regioni polari, permanentemente in ombra e quindi a temperature bassissime (oltre -220 °C). I ricercatori ipotizzano che il ghiaccio possa essere stato depositato sulla superficie lunare da una cometa o da impatti meteoritici. La Luna comunque non sarebbe adatta per ospitare la vita, se non altro perché priva di un'atmosfera che possa proteggere i viventi dalla radiazione solare nociva.

Secondo i dati inviati dal satellite *Galileo*, invece, esiste acqua liquida nel sottosuolo di **Europa**, una delle più grandi lune di Giove. Analizzando gli effetti prodotti dal campo magnetico di Giove sul satellite, la sonda ha rivelato deboli correnti elettriche, che si possono spiegare solo con la presenza d'un serbatoio d'acqua salata: un immenso oceano, simile ai mari della Terra e profondo oltre dieci chilometri, sepolto sotto una spessa coltre di ghiaccio. Per anni si è sospettata l'esistenza di un oceano di questo tipo, ma nessuno si aspettava che fosse tuttora allo stato liquido: Europa infatti si trova cinque volte più lontana dal Sole rispetto alla Terra, ed è quindi molto più fredda.

Il problema della bassa temperatura è condiviso anche da **Titano**, una luna di Saturno. Caso raro fra i satelliti del Sistema Solare, Titano possiede una spessa atmosfera, composta prevalentemente di azoto

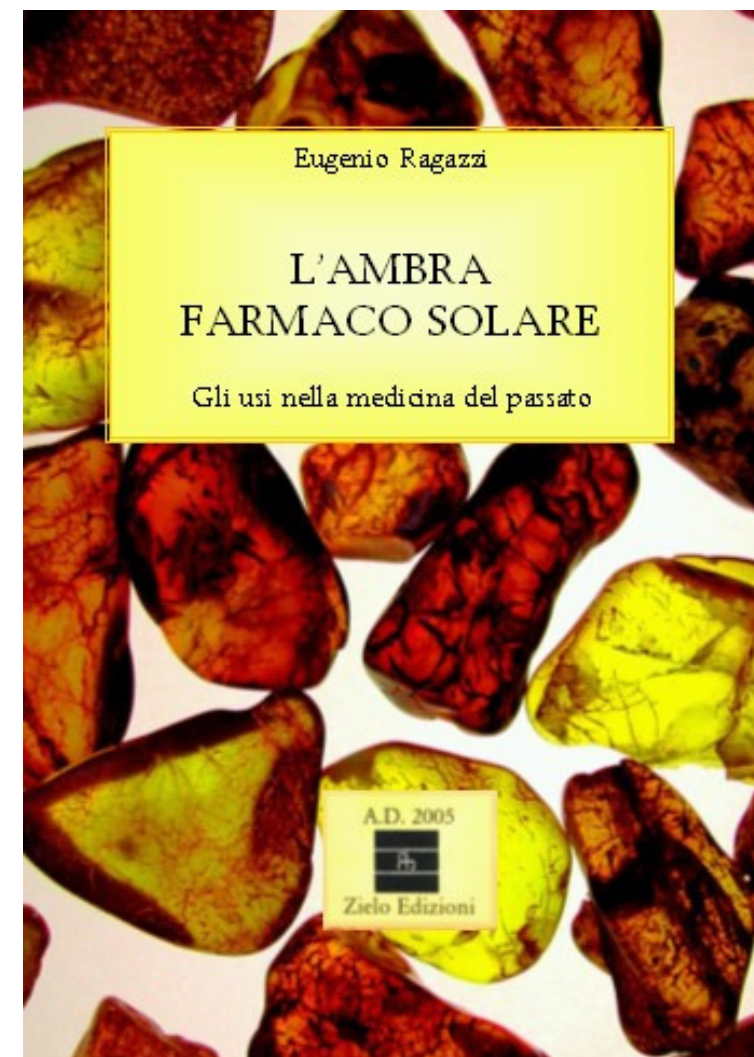
NOVITÀ IN LIBRERIA

L'AMBRA, FARMACO SOLARE **GLI USI NELLA MEDICINA DEL PASSATO**

di Eugenio Ragazzi

Zielo Editore, Padova, marzo 2005

[volume di 116 pagine, cm 14x20,5; numerose immagini in B/N]



Raggi solari colpiscono la terra e si tramutano in ambra. Una leggenda spiega in questo modo la nascita del prezioso materiale, usato dagli antichi come gemma, amuleto e farmaco.

L'ambra ha dunque in sé la natura e l'energia del sole: ne ha il colore, la luce, il tepore. Le affinità con l'astro e il mito solare di Fetonte hanno rafforzato la convinzione che l'ambra potesse avere proprietà portentose nel guarire ogni sorta di male.

È stato recentemente pubblicato un libro che considera gli antichi impieghi medici dell'ambra, più nota come prezioso gioiello ma anche oggetto, da millenni, di attivi scambi commerciali e culturali tra le genti d'Europa attraverso la "via dell'ambra".

L'autore si propone di offrire una panoramica sulla varietà delle preparazioni farmaceutiche a base di ambra, un tempo ritenute rimedi efficacissimi per malattie di ogni genere. Il percorso ragionato, dalla etimologia del termine "ambra" fino all'analisi dettagliata delle formulazioni e agli eventuali impieghi razionali di resine naturali affini, vuole essere un nuovo

contributo alla conoscenza di un mondo lontano ma che tuttora rivive in tradizioni e credenze popolari.

La pubblicazione presenta anche la trascrizione di alcuni testi antichi, dai quali è possibile avere direttamente un'idea di quanto l'ambra fosse utilizzata in campo medico fino alla metà del XIX secolo, prima del declino inesorabile, con l'avvento della moderna medicina fisiopatologica, dell'impiego di questo materiale naturale in campo medico.

Per ulteriori informazioni sul libro e su altre opere inerenti l'ambra ci si può rivolgere all'Editore:

Zielo Edizioni, c/o Libreria **IL LIBRACCIO**, Via Portello, 42 - 35129 Padova

tel. e Fax: 049/8075035 e-mail: libraccio@interfree.it <http://libraccio.interfree.it>

Quindi ciò che dobbiamo cercare sono comunque pianeti di tipo “terrestre” con i limiti su indicati. Ci sono diversi progetti in corso per effettuare osservazioni dallo Spazio, ogni missione è leggermente diversa e presenta diverse modalità di indagine. E’ sperabile che almeno una o più di queste risecano a compiere la prima vera survey delle stelle vicine in cerca di pianeti di tipo terrestre.

Il metodo più promettente è l’**interferometria** (è una tecnica molto usata in Radioastronomia, consistente nel collegare elettronicamente due o più antenne separate per studiare una stessa sorgente astronomica, cioè un oggetto celeste che emetta nella banda radio. le antenne possono essere a qualche chilometro di distanza ed essere collegate da cavi, oppure possono essere ubicate in due parti opposte della Terra. Le immagini raccolte vengono ricombinate elettronicamente con un computer. Queste osservazioni combinate permettono agli astronomi di ottenere informazioni su dettagli delle sorgenti a una scala più fine di quella che sarebbe possibile con una sola antenna; l’interferometria permette quindi di ottenere informazioni che si potrebbero avere solo usando un’antenna molto più grande. Una tecnica analoga viene impiegata anche nella **astronomia ottica**.) che non solo permetterà di individuare piccoli puntini pallidi come il nostro pianeta ma anche rilevare la presenza di ossigeno, ozono, diossido di carbonio e altre sostanze volatili che possano indicare la presenza di organismi viventi.

Non resta che aspettare dunque uno sviluppo ulteriore delle ricerche per vedere quali saranno le prossime scoperte. Non si cerca solo la vita, ricordiamolo, si cerca anche un mondo in cui la vita può esserci stata milioni e milioni di anni fa, o in cui potrebbe germogliare in un futuro lontano. O, ancora, si cerca un pianeta nel quale potremmo addirittura portarcela noi, se e quando saremo costretti ad abbandonare la nostra sovraffollata, inquinata ma sempre meravigliosa Terra.



MOSTRA DI ALBIGNASEGO

La mostra mineralogica “Le meraviglie nascoste” inaugurata il 22 aprile davanti al Sindaco Casale a all’Assessore alla Cultura Donola si è conclusa il 1° maggio. Ancora una volta il G.M.P.E. ha concluso con successo la manifestazione che ha avuto negli 8 giorni di apertura più di 1000 visitatori e tra questi molti adulti che hanno lasciato un lusinghiero messaggio di approvazione.

Da parte del C.D. va un caloroso ringraziamento a tutti quei soci che hanno voluto dare il loro contributo per la realizzazione della Mostra.



molecolare (come quella terrestre) e metano, con tracce di altri composti organici semplici (etano, acido cianidrico, anidride carbonica e acqua). Per molti aspetti è simile all’atmosfera terrestre dei primordi, quando si suppone si sia formata la vita sul nostro pianeta. Titano è uno dei pochi corpi del Sistema Solare il cui suolo si è stato visitato da una sonda: la *Huygens*, paracadutata con successo il 14 gennaio di quest’anno sul satellite per studiarne atmosfera, nubi e suolo. La sonda ha confermato la somiglianza del satellite di Saturno con la Terra dei primordi.

Malgrado Titano sia fra i pochi satelliti del Sistema Solare a possedere un’atmosfera, la sua temperatura è molto bassa, fra i 100 e i 180 gradi sotto zero: per questo motivo non può essere considerato un *habitat* ottimale per la vita. Meglio cercare più vicino al Sole, dove le temperature sono più elevate. Per esempio su **Marte**, il mondo extraterrestre per eccellenza, spesso salito alla ribalta negli ultimi anni per le scoperte che lo hanno riguardato.

Il pianeta rosso non è nuovo agli onori della cronaca. Già nel XIX secolo i primi disegni ricavati da osservazioni telescopiche rivelavano la presenza di calotte bianche ai poli del pianeta, subito interpretate come ghiaccio. Il vero interesse per Marte iniziò nel 1877, quando l’astronomo Schiaparelli vi osservò per la prima volta delle formazioni allungate, più scure rispetto al resto del suolo, che battezzò “canali”. Ripetendo le osservazioni a distanza di circa due anni l’una dall’altra, cioè ogni volta che Marte si presentava in opposizione (un pianeta è in opposizione quando si trova dalla stessa parte della Terra rispetto al Sole. In questo modo, poiché rivolge verso la Terra il suo emisfero illuminato, è meglio osservabile da terra durante la notte), annotò sempre nuovi particolari: ampie zone chiare e scure (che chiamò “continenti” e “mari” in analogia a quelli terrestri) e calotte polari, la cui estensione variava nel corso delle stagioni, e che pensò essersi formate per condensazione di un ipotetico vapore atmosferico.

Immaginò quindi un pianeta con acqua, nubi e una circolazione meteorologica simile a quella terrestre. Notando che i canali, osservati a due anni di distanza, avevano cambiato forma e posizione, pensò che esistesse un sistema di processi naturali in atto sul pianeta; ai lati di un canale preesistente, spesso ne apparivano di nuovi, fenomeno che venne detto “geminazione”. Questo indusse molti studiosi dell’epoca a ipotizzare addirittura che su Marte esistesse non solo la vita, ma vita intelligente: una vera e propria civiltà tecnologica come quella terrestre.

Il mondo scientifico si divise in due: da un lato gli assertori di questa teoria, dall’altro coloro che vedevano nei canali marziani una semplice illusione ottica, dovuta alle diverse condizioni di osservazione e all’imprecisione dei telescopi. Ipotesi, quest’ultima, confermata nei decenni successivi, con il migliorare degli strumenti di osservazione a disposizione degli astronomi: nuovi telescopi più potenti, lastre fotografiche, indagini spettroscopiche [la spettroscopia è quella branca dell’astronomia che si occupa di esaminare la radiazione proveniente da un astro, suddividendola nelle varie frequenze che la compongono ed analizzandole singolarmente. Gli studi spettroscopici possono dare indicazioni sulla composizione chimica e sullo stato

fisico (densità, temperatura, ionizzazione) di una sorgente luminosa (come una stella) o di un corpo che riflette luce (come un pianeta)].

Marte e i suoi ipotetici abitanti vennero quindi dimenticati per alcuni decenni, fino a quando, nel 1957, il lancio del satellite sovietico *Sputnik* non aprì la strada all'era spaziale.

Nel luglio del 1965, la sonda americana *Mariner 4* compì un *flyby* (passaggio di un veicolo spaziale vicino ad un corpo celeste) attorno al pianeta rosso, fotografandolo da vicino; oltre alla presenza di una tenue atmosfera (ricchissima di anidride carbonica ma troppo fredda per poter contenere vapore acqueo), le immagini riprese mostravano sul suolo di Marte vaste pianure, crateri e tanti canali! Questo poteva indicare la presenza di acqua allo stato liquido su Marte in un lontano passato, forse legato allo scioglimento delle calotte polari, o forse all'atmosfera del pianeta.

La scoperta venne confermata nell'estate del 1976 dalle due missioni Viking. Erano composte da una navicella in orbita attorno a Marte (*orbiter*) e da una sonda atterrata sul suolo (*lander*). Gli orbiter studiarono la composizione dell'atmosfera marziana e raccolsero immagini ad alta risoluzione, che dimostrarono l'esistenza di canali formati per erosione e di tracce di una forte attività tettonica passata. Si scoprì che le calotte polari marziane contengono più anidride carbonica solidificata e meno ghiaccio d'acqua del previsto. Le calotte hanno una struttura stratificata; durante l'estate boreale, l'anidride carbonica del polo Nord sublima completamente, lasciando uno strato residuo di ghiaccio d'acqua. Le missioni *Viking*, comunque, non mostrarono evidenze della presenza attuale di acqua liquida su Marte.

Gli esperimenti più noti delle missioni *Viking* sono però quelli condotti dai due lander: la raccolta di campioni di suolo e la loro analisi all'interno di piccoli laboratori, per scoprire eventuali organismi viventi. Si cercavano le tracce delle tre manifestazioni considerate caratteristiche della vita: respirazione, digestione e fotosintesi. I risultati degli esperimenti, sebbene positivi, sono considerati ancora oggi molto controversi: malgrado siano state trovate manifestazioni che possono essere attribuite alla vita (ma anche ad altri meccanismi), non sono state osservate le strutture della vita stessa, cioè tracce di materia organica. I campioni di suolo raccolti da sotto le rocce marziane (pertanto non sterilizzati dai raggi solari) hanno mostrato lo stesso comportamento dei campioni prelevati in altri punti del suolo. Le reazioni osservate nei campioni, inoltre, sono state troppo rapide per essere tipicamente biologiche, ma anche troppo lente per trattarsi di processi puramente chimici. Si può solo dire che sul suolo di Marte "qualcosa" è attivo, ma certamente non vi esistono al momento forme di vita macroscopiche.

La storia dell'esplorazione di Marte subì una battuta d'arresto negli anni '80, quando fallirono i progetti *Phobos* (Agenzia Spaziale Europea/URSS) e *Mars Observer* (Nasa).

Tuttavia l'interesse nei confronti del pianeta non si era spento: i risultati negativi delle *Viking* non escludevano affatto che la vita su Marte potesse essere esistita in un lontano passato, e proprio questa ipotesi parve trovare una conferma. Mentre due nuove della Nasa si stavano preparando ad essere lanciate verso il pianeta rosso, sulla Terra venivano analizzati una ventina di meteoriti di sicura origine

significa che c'è un pianeta che le orbita intorno. Con questo metodo si ha una indicazione indiretta della presenza del pianeta. Si tratta sempre di variazioni leggerissime, difficili da misurare. Per questo il metodo finora ha consentito di trovare pianeti grandi in orbita attorno a stelle abbastanza vicine), grazie alla sua influenza gravitazionale sulla stella cui appartiene.

Basti pensare che un extraterrestre che osservasse il Sole da 30 anni luce di distanza, per "vedere" la Terra dovrebbe riuscire a misurare variazioni di velocità del Sole di circa 0.3 Km/h (consideriamo che il Sole sfreccia attorno al centro galattico a circa 770.000 Km/h).

Sono ormai più di un centinaio i pianeti finora scoperti nella nostra Galassia, oltre i 9 del nostro Sistema Solare. Le masse di questi "nuovi" mondi si aggirano attorno a 10 masse di Giove. Cioè più di 3000 volte quella della Terra. Con questi dati alla mano si deduce immediatamente quanto diverse devono essere le condizioni ambientali su pianeti con tale massa.

Vediamo brevemente come si presentano questi mondi lontani

1. Abbiamo i GIGANTI CALDI. A differenza dei giganti gassosi del nostro Sistema che, come Giove e Saturno, sono freddi e lontani dal Sole, molti dei giganti scoperti in questi anni sono vicinissimi alla loro stella e decisamente caldi. 51 Pegasi, il primo esopianeta scoperto ha una temperatura superficiale di circa 900 °C. Pianeti come questo ruotano a qualche milione di chilometri dalla loro stella (mentre la Terra a 150 milioni di km dal Sole). Uno in particolare Tau Bootis orbiterebbe a 7 milioni di km dal suo astro (Mercurio è a 46 milioni di km). Orbite così strette inoltre fanno sì che questi pianeti sfreccino nello spazio a velocità elevatissime, il loro anno dura 3 o 4 giorni.
2. I PIANETI GELATI. *Gliese 876* è una stella che si trova a 15 anni luce dalla Terra e possiede un pianeta con una massa 670 volte quella terrestre. Questo ruota attorno alla stella ad una distanza media di 32 milioni di km, pochissimo in confronto alla Terra. Ma poiché la sua stella è una nana rossa, cioè con una temperatura superficiale di 3-4000 °C e una massa di un terzo rispetto al Sole, la temperatura sul pianeta è attorno ai -90°C
3. I PIANETI DELL'ACQUA LIQUIDA. Tra i tanti pianeti scoperti, alcuni sono una via di mezzo tra i giganti di fuoco e le sfere di ghiaccio. Come quello che ruota attorno ad HD134987, una stella nella costellazione della Bilancia, a 82 anni luce da noi. Questo pianeta è, come tanti altri, un gigante gassoso ma con una temperatura superficiale di circa 42 °C. la sua gravità è però in grado di schiacciare qualunque essere vivente conosciuto. Non è però escluso che possa essere dotato di lune, che si troverebbero in una fascia in cui può esistere l'acqua liquida, e quindi un ambiente favorevole alla vita.

Grazie all'avanzamento della tecnologia, negli ultimi 15 anni sono stati scoperti organismi che vivono in condizioni considerate estreme e inadatte alla vita. Questi organismi, simili a batteri, sono chiamati estremofili. Si tratta per la maggior parte di procarioti, un tipo di organismi unicellulari molto piccoli e privi di nucleo, ma tra gli **estremofili** troviamo anche alghe (organismi unicellulari) e spore (la forma di vita vegetativa da cui provengono sono i batteri. Il termine spora in greco significa seme, infatti le spore, similmente ai “semi” delle piante, si trovano in uno stato di vita latente (criptobiosi), in una condizione di torpore metabolico che può però scomparire se la situazione ambientale, modificandosi positivamente, permette e favorisce la ripresa delle attività vitali). Il fatto che nessuno si aspettasse di trovare organismi che vivono in condizioni così estreme, sottolinea quanto dobbiamo ancora imparare sulla vita!

Gli estremofili vivono in condizioni limite per quanto riguarda i processi chimici vitali.

Se gli organismi terrestri possono prosperare in questi ambienti, è ragionevole aspettarsi che condizioni simili su un altro pianeta possano ospitare la vita.

Vediamoli brevemente:

Alofili: vivono in ambienti ipersalini. Sono microbi che vivono in laghi di acqua salata.

Termofili: vivono nelle fosse oceaniche in prossimità di falde vulcaniche 110 °C. Si tratta di procarioti (archeobatteri), organismi appena più complessi infatti non sopravvivono oltre i 62°C.

Criofili: microbi attivi anche a –2 °C come le spore.

Acidofili: vivono in ambienti ad alta acidità come “laghi” di acido solforico, sono organismi unicellulari.

Alcalofili: vivono nei “laghi” di soda africani, sono organismi unicellulari come le alghe.

Si allarga così il range di parametri in cui far rientrare gli habitat adatti allo sviluppo della vita. I bioastronomi possono dunque prendere in considerazione mondi con temperature medie più alte o più basse di quella terrestre, con concentrazioni di sali e sostanze acide molto diverse.

Il Cosmo però, nonostante questa ampia gamma di condizioni ambientali, ci ha presentato finora dei mondi assolutamente inospitali, con caratteristiche improponibili anche per l’organismo estremofilo più resistente che si possa immaginare!

Gli astronomi sono comunque certi dell’esistenza di pianeti extrasolari più simili alla Terra, la loro ricerca è in atto da diversi anni ma vi sono delle forti limitazioni imposte dall’attuale tecnologia che non permette di ottenere direttamente l'immagine di un pianeta vicino alla sua stella. I pianeti sono troppo piccoli e scuri, le stelle troppo grandi e luminose.

Un pianeta, quindi, segnala la sua presenza in maniera indiretta, per effetto Doppler (immaginiamo una stella con un pianeta che le orbita intorno. La stella, molto più massiccia, esercita una forte attrazione gravitazionale sul pianeta; ma anche il pianeta, nel suo piccolo, esercita una attrazione verso la stella, che causa leggerissime oscillazioni della posizione dell'astro nello spazio. Il periodo delle oscillazioni è uguale al tempo che il pianeta impiega ad orbitare attorno alla stella. Se la stella non avesse un pianeta, la luce che emette avrebbe sempre le stesse caratteristiche. Se invece la stella oscilla, anche le caratteristiche della sua luce cambiano, con lo stesso periodo delle oscillazioni. Il fenomeno fisico è noto come effetto Doppler. Se si scopre una stella non appartenente ad un sistema di più astri, ma la cui luce varia in maniera periodica,

marziana, caduti in Antartide e quindi perfettamente conservati dal freddo.

Uno di essi, ALH84001, divenne improvvisamente famoso nel 1996, quando al suo interno furono scoperti globuli fossili di carbonato, che potevano essersi formati solo in presenza di anidride carbonica e acqua allo stato liquido, a temperature di poco superiori a 0 °C. La notizia più clamorosa fu che i globuli contenevano tracce di sostanze organiche e migliaia di microscopiche strutture, simili nell’aspetto e nelle dimensioni ad alcuni tipi di batteri terrestri. Il meteorite ci raccontava dunque che, anche se attualmente non c’è traccia di vita su Marte, un tempo erano esistite le condizioni favorevoli al suo sviluppo. Il “fossile di batterio marziano” venne presto messo in discussione, ma si continua tuttora a studiarlo.

Nel frattempo, fra il 1996 e il 1997, la Nasa lanciò due nuove sonde alla volta di Marte: il *Mars Global Surveyor (orbiter)* e il *Mars Pathfinder (lander)*, del quale faceva parte anche il popolare robot Sojourner. L’analisi dei dati inviati dalle due sonde, specialmente dal *Mars Global Surveyor*, ha delineato quello che potrebbe essere stato il passato di Marte.

Quattro miliardi di anni fa, il pianeta era molo più caldo e umido di adesso, e la sua atmosfera più densa. Le eruzioni vulcaniche rilasciavano grandi quantità di vapore acqueo, che condensava nelle zone più rialzate del suolo. L'acqua liquida scendeva poi verso la depressione boreale, che poteva essere il fondale di un grande oceano marziano. A causa della bassa gravità, un po' d'acqua si perdeva nello spazio, e quando il pianeta iniziò a raffreddarsi, la restante congelò nelle calotte polari o nel sottosuolo. Grandi quantità d’acqua avrebbero potuto quindi scorrere sulla superficie di Marte per lunghi periodi, creando attraverso un lento processo di erosione i canyon e i piccoli canali scoperti dal Global Surveyor.

Le ultime missioni su Marte ci hanno dato conferma dell’esistenza di un passato in cui sul pianeta scorreva l’acqua. Sole per citare le più importanti attualmente sul pianeta sono impegnate: la *Mars Exploration Rovers* che ha sganciato sulla superficie del pianeta rosso i due popolari *rover Spirit* e *Opportunity* nel dicembre del 2003, la *Mars Odissey* della Nasa, chiamata così in omaggio al film di Kubrick “2001 Odissea nello spazio”, il cui lancio è avvenuto nell’aprile del 2001, che studia la morfologia e la mineralogia di Marte, nonché l’irraggiamento solare, in vista di una futura colonizzazione umana. E infine la sonda *Mars Express* dell’Agenzia Spaziale Europea arrivata alla volta del pianeta nel 2003 e inesauribile fonte di preziose informazioni dal pianeta rosso.

Non sappiamo se e quando troveremo organismi viventi fuori dalla Terra, né quali implicazioni potrà avere una scoperta di questa portata per la nostra esistenza. La presenza di acqua non è l’unico presupposto da verificare per poter dire che un mondo è abitabile: occorre anche verificarne le condizioni fisiche e chimiche, che devono essere quanto più possibile simili a quelle terrestri. Finora la ricerca di vita extraterrestre non ha dato i frutti sperati, ma mentre proseguono le indagini all’interno

del nostro Sistema Solare, il progresso della tecnologia ci permette oggi di spingerci ancora oltre, alla ricerca di nuovi sistemi planetari, con i quali forse avremo maggior fortuna.

La Bioastronomia e la ricerca extrasolare

Quanto detto finora mette in evidenza che la ricerca di vita nell'Universo è per sua stessa natura interdisciplinare.

L'Astronomia permette di scoprire se le condizioni che hanno portato alla formazione del Sistema Solare sono replicabili altrove nel cosmo; la Chimica indaga i fenomeni che portano alla formazione di molecole complesse nello spazio; la Biologia cerca di comprendere l'origine della vita. L'elenco potrebbe continuare...

Ciascuna disciplina dà un contributo particolare, che assume un significato all'interno di una visione d'insieme. Il frutto di questo "cocktail" è una nuova scienza, la Bioastronomia, dichiaratamente dedicata alla ricerca di vita extraterrestre e ufficialmente nata nel 1982 con la fondazione della Commissione 51 dell'Unione Astronomica Internazionale (IAU), l'organizzazione che raccoglie migliaia di astronomi professionisti di tutto il mondo.

E' compito della Biologia studiare come la vita possa svilupparsi, ma l'Astronomia ha permesso di individuare nello spazio la presenza di condizioni fondamentali per la vita come noi la conosciamo.

Ci sono stati due momenti cruciali nella storia recente dell'Astronomia che hanno contribuito ad accrescere l'importanza di questo campo di ricerca. Vale la pena citarli.

1° Alla fine degli anni '70, grazie alla **Radioastronomia** (le onde radio sono radiazioni elettromagnetiche, proprio come la luce visibile, ma con frequenze milioni di volte più basse e con lunghezze d'onda che vanno da qualche millimetro fino a centinaia di chilometri. Fino al 1933 non si sapeva ancora che i corpi celesti emettessero onde radio. In quell'anno Karl Jansky, un ingegnere americano della Bell Telephone, rivelò dei segnali radio di indubbia origine cosmica, provenienti dal centro della nostra Galassia. Questa scoperta diede l'avvio allo sviluppo della radioastronomia, con la costruzione dei primi radiotelescopi. Con la radioastronomia l'universo si è rivelato con un volto inaspettato. È stata captata nel cosmo l'emissione radio dell'idrogeno e, appunto, delle molecole organiche, sono stati scoperti quasar e radiogalassie ed altri oggetti esotici del nostro universo) vengono individuate, nelle **nubi interstellari** (le nubi molecolari sono composte da gas e polveri. Sono proprio i granelli di polvere a permettere la formazione di molecole complesse, in quanto i grani hanno dimensioni sufficienti a proteggerle dalla radiazione ultravioletta che altrimenti le disgregherebbe), **molecole lunghe e complesse** come la formaldeide, l'alcol etilico e la glicina (la Glicina è un amminoacido, costituente fondamentale delle proteine).

Sono più di un centinaio quelle fino ad oggi individuate. All'interno delle stelle le reazioni termonucleari producono sì diversi elementi (come carbonio, ossigeno ed azoto) ma a condizioni di pressione e temperatura tali da rendere impossibile il formarsi di molecole (cioè catene di più atomi che si uniscono tra loro). D'altro canto è vero che, quando la stella cessa di brillare, gli atomi vengono liberati nello spazio e possono combinarsi tra loro.

I radioastronomi non erano quindi rimasti sorpresi dall'individuare nelle nubi interstellari molecole semplici, composte da due o tre atomi (ossidrilie, acqua, anidride carbonica e molecole stabili come quelle di ossigeno, azoto, idrogeno).

Ma la sorpresa è stata trovare sostanze organiche come la glicina, importantissime perché entrano nelle reazioni chimiche decisive per la sopravvivenza degli organismi, noi compresi.

2° Nel dicembre del 1993 il Telescopio Spaziale Hubble (HST) individua nella nebulosa di Orione decine e decine di dischi protoplanetari, cioè nubi di gas e polveri che possono evolversi in sistemi di pianeti. La nostra galassia è ricca di regioni come quella di Orione, della quale apprezziamo i particolari perché ha il vantaggio di essere vicina al Sole ("solamente" a 1500 anni luce di distanza). Quindi anche in nebulose più lontane ci può essere formazione di sistemi planetari.

Infatti nel 1995 Michel Mayor e Didier Queloz dell'Osservatorio di Ginevra annunciavano la scoperta di un pianeta attorno alla stella 51 Pegasi; all'Università Statale di San Francisco Geoffrey Marcy e Paul Butler comunicavano analoghe scoperte per le stelle 47 Ursae Majoris e 70 Virginis. L'elenco dei pianeti extrasolari è in continuo aggiornamento: ancora non comprendiamo tutte le caratteristiche di questi mondi lontani, ma la loro scoperta indica che la presenza di pianeti non è un evento eccezionale.

Riassumendo, se i "mattoni" necessari per costruire la vita, così come la conosciamo sulla Terra, sono diffusi nello spazio e se vi sono, nella nostra Galassia un numero cospicuo di sistemi planetari, è ragionevole supporre che anche altrove nel cosmo ci sia la Vita!

Cosa bisogna cercare dunque?

Pianeti in grado di fornire agli organismi una quantità sicura di acqua, ma non solo, ci devono essere anche elementi nutritivi ed energia. Dato che le leggi della chimica sono le stesse in tutto l'Universo, molti scienziati pensano che la vita extraterrestre possa utilizzare per i propri processi vitali gli stessi elementi usati dalla vita terrestre. Di conseguenza, quando cercano la vita su altri pianeti, gli astrobiologi cercano non soltanto evidenze dirette della sua presenza, ma verificano anche se esistono le condizioni di abitabilità sopra menzionate.

La Terra costituisce l'unico esempio che conosciamo di ambiente favorevole alla vita. E' importante comprendere quali circostanze hanno permesso lo sviluppo della vita sul nostro pianeta, per poter verificare se tali condizioni possono ripetersi altrove nel cosmo.

Si possono immaginare esseri in grado di sopravvivere grazie a soluzioni estremamente diverse da quelle che la natura ha messo in atto sulla Terra; ma è ragionevole iniziare la nostra indagine studiando quanto sia probabile che avvenga su qualche mondo lontano quello che qui è accaduto.