

La superficie della Terra è la riva dell'oceano cosmico. Su questa riva abbiamo imparato la maggior parte di ciò che sappiamo. Recentemente ci siamo avventurati un po' al largo, con l'acqua fino alle caviglie, e l'oceano sembra invitante. Una parte del nostro essere sa che è da lì che proveniamo. Noi aspiriamo profondamente a ritornare. E possiamo farlo. Perché il cosmo è anche dentro di noi. Siamo fatti della stessa materia delle stelle. Siamo un modo per l'universo di conoscere se stesso.

Carl Sagan



Credits: hubblesite.org

La vastità dell'Universo è sovente citata come prova dell'altissima probabilità di forme di vita altrove. Mentre ci può essere vita -persino vita consapevole- altrove, la pura dimensione non è di assoluta necessità: ci rendiamo conto che l'Universo ha bisogno di essere miliardi di anni luce in dimensione, giusto per sostenere un unico, solitario avamposto di vita.

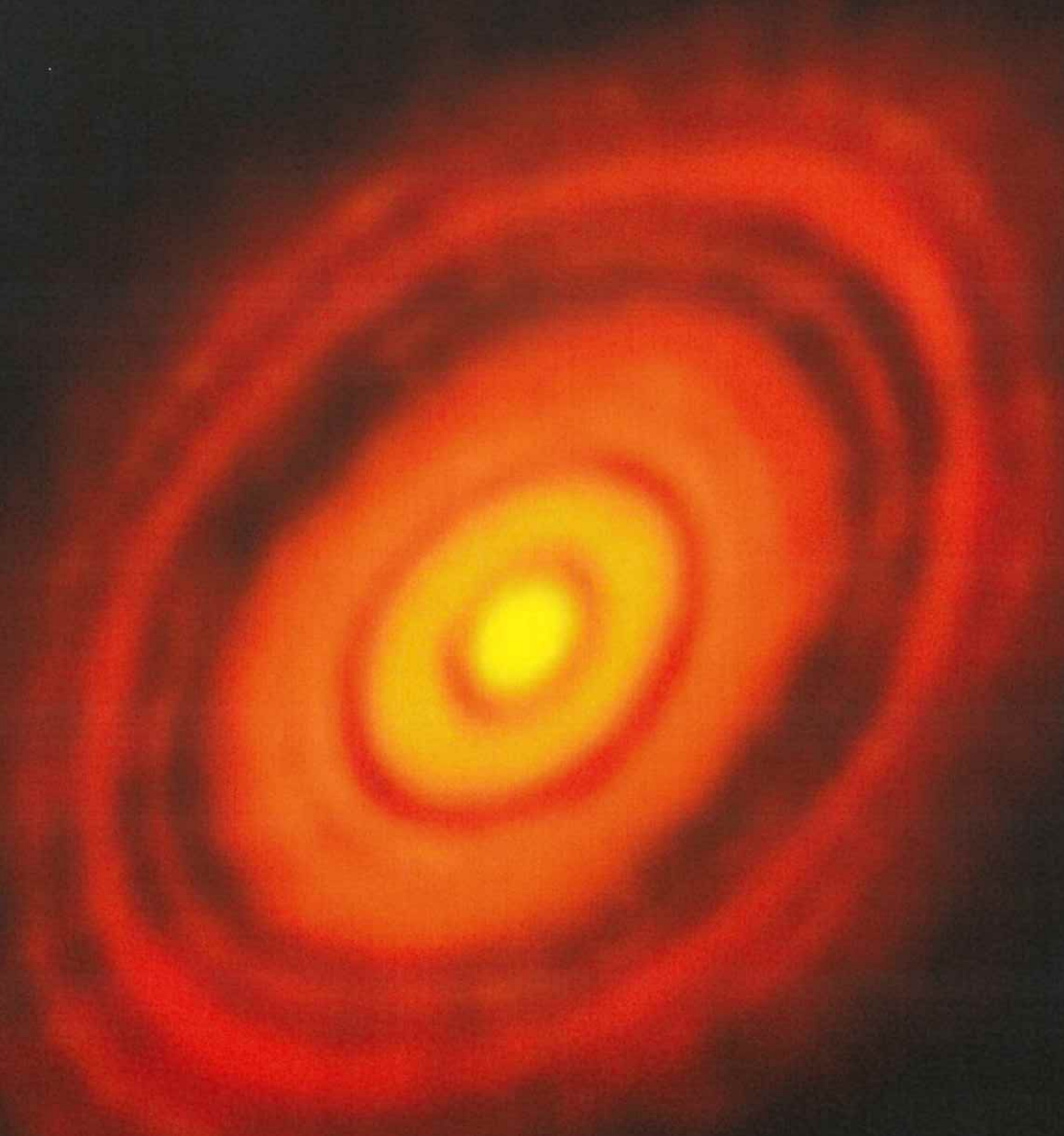
John D. Barrow



Credits: earthobservatory.nasa.gov

La domanda che ci assilla è di dove proveniamo e dove andiamo; tutto quello che possiamo osservare da noi stessi è ciò che ci circonda attualmente. È per questo che abbiamo l'ansia di scoprire su di esso tutto quanto possiamo. [...] E nel tentativo proviamo un piacere, lo troviamo estremamente interessante.

Erwin Schroedinger



Esistono molti mondi o non c'è altro che un unico mondo? Questa è una delle questioni più nobili e tra le più esaltanti nello studio della Natura.

Sant'Alberto Magno



Credits: NASA

LA MISSIONE CASSINI- HUYGENS



Credits: NASA

- Missione NASA/ESA/ASI. Il 15 ottobre 1997 viene lanciato il modulo che, per raggiungere Saturno, usa quattro "fionde" gravitazionali: due da Venere e una dalla Terra e da Giove.
- La sonda è composta dall'orbiter Cassini (NASA) e dal lander Huygens (ESA).
- Dopo 3.5 miliardi di km e 7 anni di viaggio, nel 2004 Cassini-Huygens si inserisce nell'orbita di Saturno.
- Il 23 dicembre 2004 Huygens arriva su Titano, dove nello stesso anno erano state osservate nubi di metano. L'interesse di Titano risiede nella sua presunta somiglianza con alcune condizioni della Terra primordiale. Huygens osserva una vasta pianura cosparsa di sassi, probabilmente composti principalmente di ghiaccio e la presenza di neri fiumi, mari e laghi di metano liquido.
- Cassini intanto prosegue nella sua orbita per effettuare voli ravvicinati di altri corpi del sistema Saturniano ed esplorare le regioni polari ed equatoriali del gigante gassoso.
- Nel 2005, Cassini studia l'atmosfera di Encelado e analizza il materiale eiettato dai geysers del satellite, composto da acqua e da un'ampia gamma di molecole complesse a base di carbonio. Inoltre, sotto la superficie di Titano sono individuati laghi sotterranei di acqua liquida, con la recente evidenza di grandi molecole organiche molto complesse. Si tratta di reti di centinaia di atomi che potrebbero essersi formati grazie all'attività idrotermale, ma resta aperta anche l'ipotesi di processi legati alla presenza di vita.
- Il 15 settembre 2017, Cassini si disintegra lanciandosi sugli anelli di Saturno.



Titano, Encelado e gli anelli di Saturno



Geysers di Encelado che emettono materia ghiacciata



Titano e la sua densa atmosfera

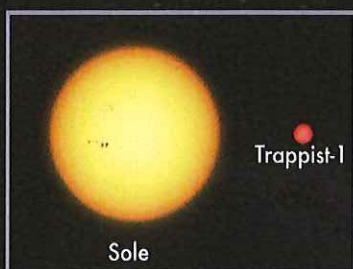
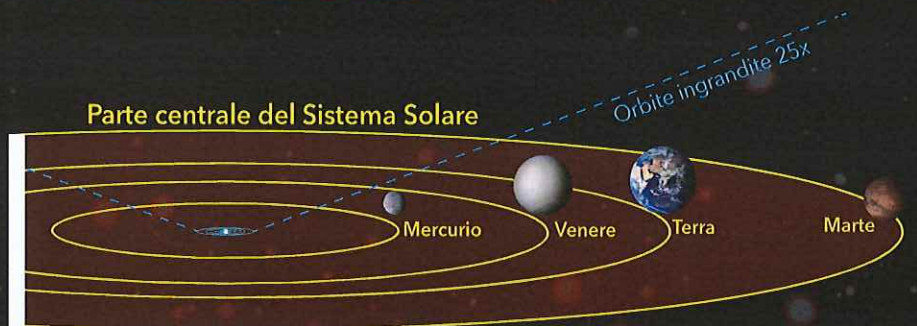
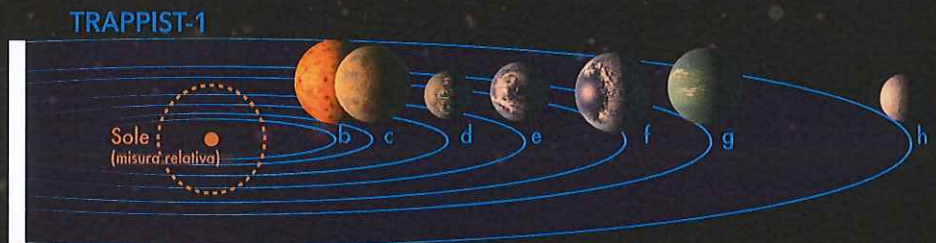
TRAPPIST-1 E IL SISTEMA SOLARE



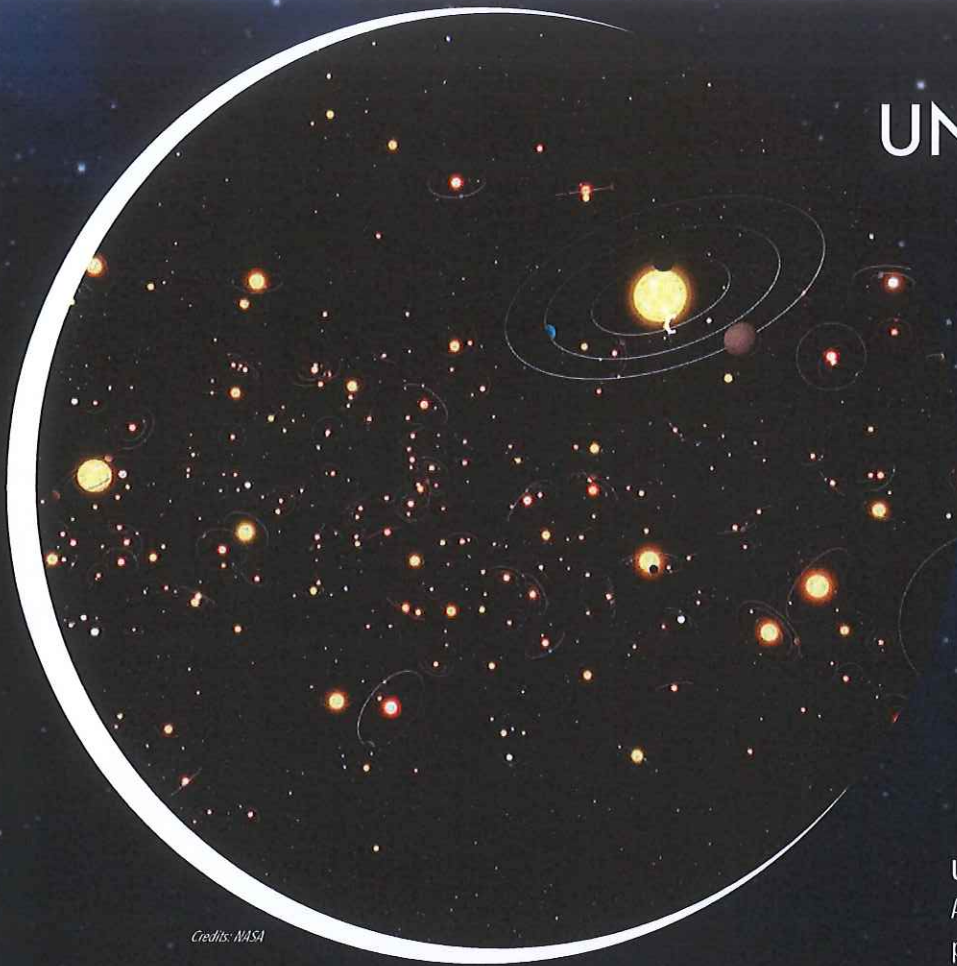
Credits: <https://exoplanets.nasa.gov/trappist1/>

UN SISTEMA COMPATTO Scoperto il 22 Ottobre 2017

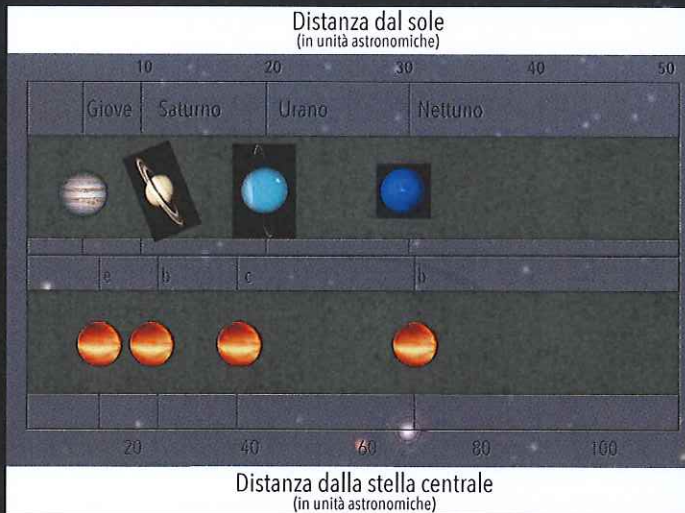
Questo è il sistema extrasolare con più pianeti "simili alla Terra" scoperto attorno ad una sola stella (distante 40 anni luce da noi). TRAPPIST-1 è un sistema con almeno 7 pianeti rocciosi, le cui dimensioni sono simili a quelle della Terra e di Venere. La stella centrale è 12 volte meno massiva del Sole e leggermente più grande di Giove. Gli astronomi hanno calcolato che i 7 nuovi pianeti ricevono un'irradiazione simile a quella dei pianeti del Sistema solare (da Mercurio a Marte), sebbene orbitino molto più vicini alla stella centrale, che presenta una temperatura minore rispetto al Sole.



UNA VARIETA' DI SISTEMI EXTRASOLARI



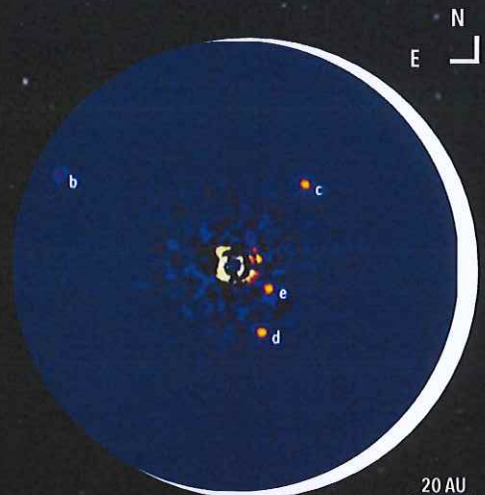
Credits: NASA



Distanze dal sole dei pianeti esterni del Sistema solare dal sole a confronto con le orbite dei quattro pianeti scoperti attorno a HR8799

Un sistema esteso - HR 8799

Attorno alla stella HR8799 sono stati scoperti e "fotografati" quattro pianeti giganti. La loro rilevazione è stata possibile grazie al fatto che la loro orbita sia molto estesa. Tutti e quattro orbitano infatti ad una distanza dalla stella centrale più grande della distanza di Giove dal Sole.



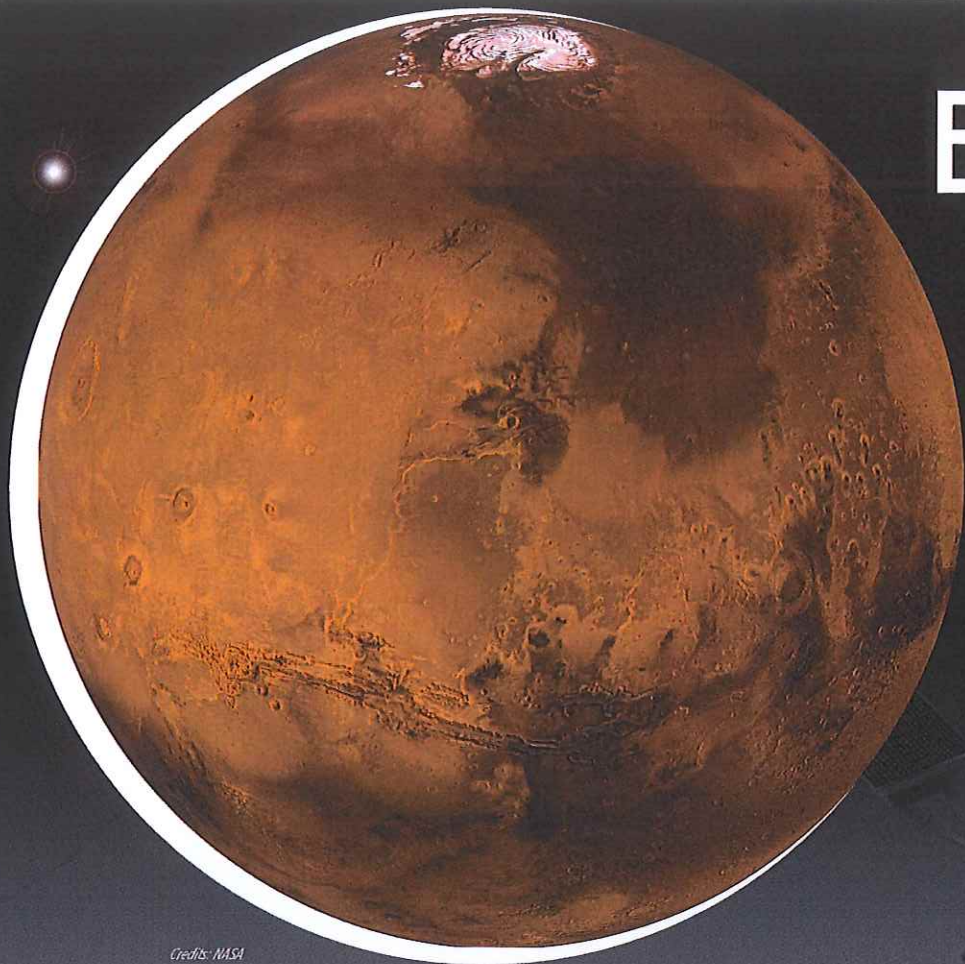
Credits: Marois et al. (2010)

L'unità astronomica (AU) è la distanza media della Terra dal Sole, pari a circa 150 milioni di chilometri. Gli astronomi esprimono le distanze in unità astronomiche per facilitare il paragone con il Sistema solare.



Esempi della varietà di conformazione ed architettura di diversi sistemi extrasolari scoperti

EXOMARS



Credits: NASA

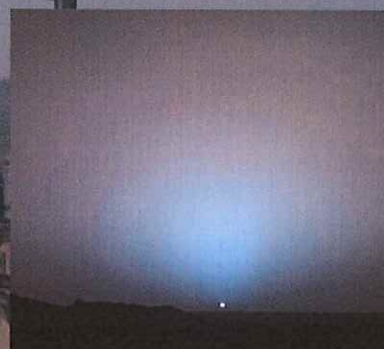
- La missione Exomars, realizzata dall'ESA e dall'agenzia spaziale russa Roscosmos, con un importante contributo italiano, è divisa in tre parti.
- La sonda principale Trace Gas Orbiter (TGO), che studia la composizione della debolissima atmosfera marziana. Ha trovato leggere tracce di metano, riconducibili o alla presenza di vita biologica oppure alle rocce presenti sotto la superficie del pianeta.
- Il lander Schiaparelli dotato di una sofisticata stazione meteorologica. Purtroppo a causa di un errore del computer di bordo, il lander ha fallito l'atterraggio. Tuttavia le preziose informazioni che è riuscito a inviare saranno utilizzate per la prossima fase della missione.
- Il Rover, il cui arrivo su Marte è previsto per il 2021, possiede un trapano in grado di raggiungere i 2 metri di profondità.

Lo scopo è individuare eventuali tracce di vita passata non alterate dalla radiazione spaziale che non può essere schermata dal debole campo magnetico marziano.

Il Rover ha all'interno un laboratorio di chimica in miniatura, il Moma (Mars Organic Molecule Analyzer), delle dimensioni di un forno a microonde; esso serve a valutare la presenza di molecole complesse quali aminoacidi e zuccheri. Si tratta di composti "chirali" che possono esistere in due forme, dette "enantiomeri", una immagine speculare non sovrapponibile dell'altra, come lo sono le nostre mani destra e sinistra. L'identificazione di questi composti e, ancora di più, la presenza "sbilanciata" di uno dei loro due enantiomeri, potrebbe essere una forte indicazione di precedenti processi biologici che hanno portato alla selezione di chiralità, come avviene sulla Terra ad opera degli organismi viventi.



Panorama marziano fotografato dal Rover Curiosity



Tramonto marziano fotografato dal Rover Spirit

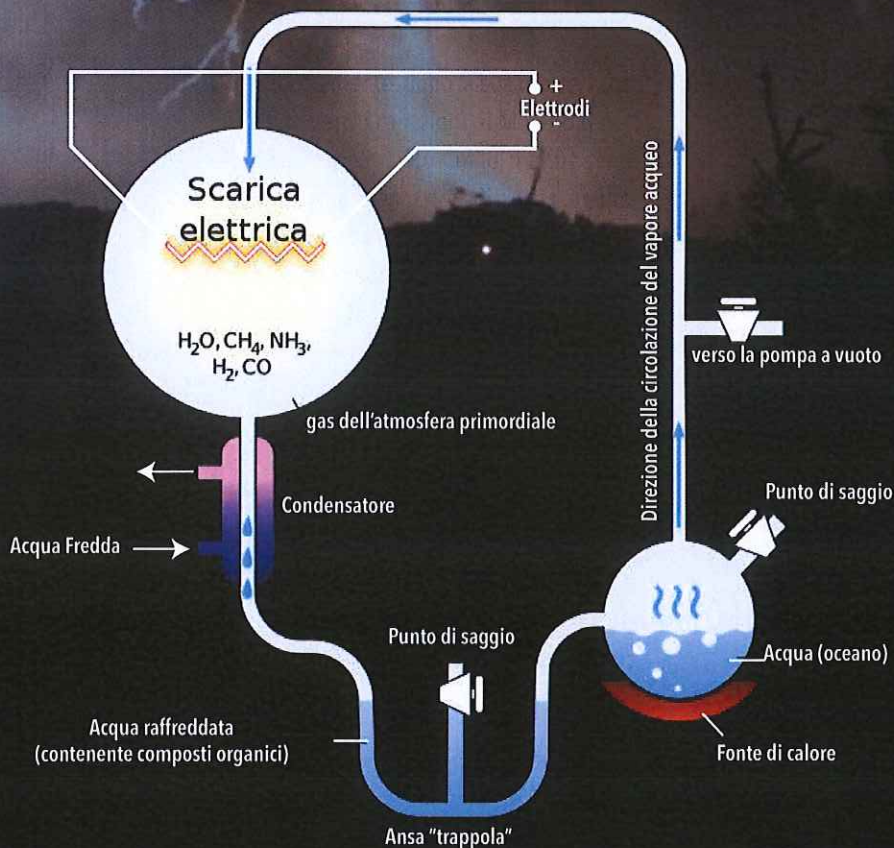
DAI SASSI ALLE MOLECOLE ORGANICHE

Esperimento di Miller nel 1953
Credits: Dept. of Chemistry & Biochemistry,
University of California, San Diego

• Come è avvenuto che da rocce e sassi e acqua, composti inorganici, si siano formate molecole organiche complesse? Nel 1953 Stanley Miller, giovane studente di dottorato all'Università di Chicago, produsse in laboratorio una miscela di gas, contenente metano, ammoniaca e idrogeno che potesse simulare l'atmosfera, ritenuta altamente riducente, della Terra primordiale. Dell'acqua veniva scaldata in un'ampolla generando vapore, che si mischiava ai gas; venivano inoltre generate scariche elettriche, simili a fulmini, che fornivano energia al sistema. Dopo una settimana il liquido era diventato torbido e di colore rosso intenso. L'analisi del contenuto rivelava la presenza di 5 diversi amminoacidi.

• Recentemente, dopo la sua morte, l'analisi di vecchi campioni di Miller ottenuti da un esperimento simile, ma che simulava un ambiente ricco di eruzioni vulcaniche, ritrovati dai suoi studenti in un armadio del suo laboratorio, ha rivelato la presenza di 22 amminoacidi. Molti di essi non erano stati identificati da Miller, anche perché alcuni si erano sviluppati durante reazioni molto lente avvenute dopo la fine dell'esperimento.

• Questo esperimento ci ha mostrato che le molecole fondamentali della vita possono essere sintetizzate da semplici molecole inorganiche, e per questo è ancora oggi la pietra miliare della ricerca sulla origine della vita.



Schema dell'esperimento di Miller-Urey
Credits: wikipedia.org

DAI MATTONI DELLA VITA AI POLIMERI BIOLOGICI



Rappresentazione artistica di una molecola di RNA
Credits: Nicole Rager Fuller, National Science Foundation

- Dopo l'esperimento di Miller ci si è focalizzati sulla ricerca di reazioni chimiche che potessero produrre i mattoni della vita – ovvero le basi azotate, gli zuccheri, i nucleotidi, gli amminoacidi e i lipidi – partendo da molecole organiche più semplici. Sono state individuate diverse reazioni capaci di produrre tali molecole, ma siamo ancora lontani da una reazione veramente "prebiotica" perché molte di queste richiedono l'intervento umano, che aggiunge reagenti al momento giusto e nella quantità giusta.
- Ammesso che a un certo punto siano disponibili i mattoni fondamentali, come per esempio i nucleotidi, come può essersi formata una catena stabile di questi, ovvero l'RNA? Il segreto potrebbe

essere nascosto nelle proprietà chimico-fisiche di questa molecola. L'RNA è una catena che ripete lo stesso monomero – fosfato e ribosio, a cui sono collegate le basi azotate – che ha particolari interazioni con l'acqua: lo zucchero e il fosfato amano l'acqua (idrofili), mentre le basi azotate ne sono allergiche (idrofobiche). Queste proprietà possono favorire la formazione spontanea di lunghe colonne, in cui le basi si dispongono a coppie che si impilano una sull'altra: come se già le basi stesse volessero organizzarsi in una struttura elicoidale. Questo fenomeno può anche favorire la formazione di legami chimici tra i nucleotidi, portando così alla nascita del RNA che oggi conosciamo.

