

Convegno

Dalla Luna a Marte all'Infinito

14-15 ottobre 2009



Milano, Palazzo di Brera, Via Brera 28

Convegno

Dalla Luna a Marte all'Infinito

Abstracts

Presentazione del convegno

“Dobbiamo anche confidare un poco in ciò che Galileo chiamava la cortesia della natura, in grazia della quale talvolta da parte inaspettata sorge un raggio di luce ad illuminare argomenti prima creduti inaccessibili alle nostre speculazioni. Speriamo dunque. E studiamo”.

G.V. Schiaparelli
In *Il Pianeta Marte*, 1893

Mentre si progetta una missione spaziale che porti l'uomo su Marte nei prossimi decenni, nuovi “soli” con i loro pianeti sono stati osservati in sistemi planetari diversi dal nostro, spingendoci alla ricerca di possibili forme di vita nello spazio. Ma nell'epoca delle grandi teorie fisiche di unificazione e delle speculazioni cosmologiche circa l'origine e i limiti dell'Universo, il Sistema Solare – il “cielo” più vicino a noi – ci appare ancora una “terra incognita” non meno ricca di sfide. *Sperando e studiando*, per riprendere la bella espressione di Giovanni Virginio Schiaparelli gli astronomi braidensi hanno dato un contributo essenziale alla nostra conoscenza del Sistema Solare. In occasione dell'Anno Internazionale dell'Astronomia, che celebra i quattrocento anni dalle prime osservazioni di Galileo al telescopio e i quarant'anni dallo sbarco sulla Luna l'Istituto Lombardo e l'Osservatorio di Brera che hanno avuto Schiaparelli il primo come Presidente e membro attivo (1862-1910) e il secondo come Direttore (1862-1900) vogliono con questo convegno indagare alcuni aspetti di tale straordinaria avventura scientifica.

Mercoledì 14 ottobre 2009

9.30 - *Apertura e Saluti Istituzionale*

Presiede: Giannantonio Sacchi Landriani

ELIO ANTONELLO
INAF – Osservatorio Astronomico di Brera
I primi 100 anni dell'Osservatorio Astronomico di Brera

ANDREA SILVESTRI
Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -
Politecnico di Milano
Intersezioni tra Istituto Lombardo, Osservatorio di Brera e Politecnico

11.25 – 11.45 - Pausa caffè

Presiede: Giovanni Pareschi

DIONIGI GALLETTO
Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -
Università degli Studi di Torino
Da Galileo a Newton alla nascita dell'Astronomia moderna

BRUNO BERTOTTI
Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -
Università degli Studi di Pavia
Il Sistema Solare e la sua comprensione razionale

13.15 – 14.45 - Pausa pranzo

Presiede: Carlo Pagani

GIULIO GIORELLO
Università degli Studi di Milano
Il newtonianesimo alle origini dell'Illuminismo:
Francesco Algarotti, *Il newtonianesimo per le dame*

ANTONIO GIORGILLI
Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -
Università degli Studi di Milano
Il Sistema Solare tra ordine e caos

16.15 – 16.35 - Pausa caffè

Presiede: Attilio Rigamonti

ALESSANDRO MORBIDELLI
Observatoire de la Côte d'Azur
L'evoluzione violenta del sistema solare

GIOVANNI BIGNAMI
Scuola Superiore IUSS di Pavia
I marziani siamo noi

Giovedì 15 ottobre 2009

Presiede: Laura Maraschi

9.30 – ENNIO PORETTI

INAF – Osservatorio Astronomico di Brera

I Pianeti Extrasolari: una prima risposta al paradosso di Fermi

ENRICO FLAMINI

Agenzia Spaziale Italiana – Università degli Studi di Chieti

*Missioni future nell'esplorazione del Sistema Solare e
dei Pianeti Extrasolari*

11.00 – 11.20 - Pausa caffè

Presiede: Bruno Bertotti

CESARE PEROTTI

Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -

Università degli Studi di Pavia

Geologia e Geomorfologia di Marte

LUIGI COLANGELI

INAF – Osservatorio Astronomico di Capodimonte

Dagli astri alla nascita della vita sulla Terra: un filo rosso chiamato Astrobiologia

12.50 – 14.30 - Pausa Pranzo

Visite guidate su prenotazione all'Osservatorio e all'Istituto Lombardo

Elio Antonello
INAF – Osservatorio Astronomico di Brera

I primi 150 anni dell'Osservatorio Astronomico di Brera

Nel 1762 il Padre Louis Lagrange viene trasferito dall'Osservatorio dei Gesuiti di Marsiglia al Collegio di Brera con il compito di impostare lavori sistematici di astronomia (e meteorologia), in un ambiente allora già ricco di interessi e motivazioni per questa scienza. La chiamata di R.G. Boscovich all'Università di Pavia diventa poco dopo l'occasione per la rapida progettazione e realizzazione nel 1764-65, finanziata dal Collegio e dagli stessi Gesuiti, dell'Osservatorio di Brera (Specola), notevole per l'epoca, e subito conosciuto all'estero grazie anche ai contatti europei di Boscovich. Successivamente alla soppressione dei Gesuiti nel 1773, il Governo austriaco appoggia con continuità lo sviluppo dell'Osservatorio, che godrà di un periodo di riconosciuto prestigio, e di preminenza in Italia, con Barnaba Oriani anche in epoca napoleonica. Dopo la Restaurazione, Francesco Carlini potrà contare su un interessamento meno sollecito delle autorità austriache, con conseguente limitato sviluppo, fino all'unità d'Italia.

L'Osservatorio di Brera svolge in questo periodo un ruolo importante non solo per la vita culturale, ma anche per quella civile ed economica della società milanese ed italiana, come testimoniato per esempio dalle misure geodetiche per la carta della Lombardia (lavoro pesante, al limite del sacrificio personale), e il servizio di meteorologia. Invece, si può notare come, nonostante qualche inizio promettente, in Italia non si sviluppi un'adeguata tecnologia ottico-meccanica applicata all'astronomia che si possa confrontare a livello europeo.

Altra personalità illustre è quella di G.V. Schiaparelli, direttore dell'Osservatorio Astronomico di Milano a cavallo tra Ottocento o Novecento. In quegli anni di trasformazione egli fu un protagonista emblematico della nuova Italia unita, della nuova Milano Scientifica.

Andrea Silvestri
Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -
Politecnico di Milano

*Intersezioni tra Istituto Lombardo,
Osservatorio di Brera e Politecnico*

Il contributo metterà in evidenza le sinergie tra i tre Enti citati nel titolo, soprattutto con riferimento agli anni di nascita del Politecnico. E' un periodo in cui nell'Osservatorio spiccano i nomi dei famosi astronomi (e direttori della Specola di Brera) Giovanni Virgilio Schiaparelli e Giovanni Celoria, membri naturalmente e poi presidenti (Celoria più volte) del Lombardo.

Schiaparelli e Celoria furono tra i primi professori del Politecnico per l'insegnamento di Geodesia (entrambi anche per Teoria degli errori e Schiaparelli altresì – brevemente – per Astronomia).

La fisionomia dei due studiosi consente altresì di mettere in circolo proficuamente le interazioni con altre Istituzioni milanesi e no, di cui fecero parte: come il Senato del Regno (Schiaparelli, come Brioschi e poi Colombo, fu Senatore), l'Accademia dei Lincei (di cui Schiaparelli e Celoria, come Brioschi e Colombo, fecero parte), l'Università di Pavia (dove Schiaparelli insegnò), il Comune di Milano (dove Celoria fu assessore) e il Museo Civico di storia naturale (Celoria appartenne al consiglio direttivo del Museo, che collaborò significativamente all'attività del Politecnico con le sue collezioni mineralogiche, dirette da Ettore Artini, anche lui professore del Politecnico di Mineralogia e membro dell'Istituto Lombardo).

Dionigi Galletto
Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -
Università degli Studi di Torino

Da Copernico a Newton alla nascita dell'astronomia moderna

Nella rivoluzione astronomica attuata da Copernico nel 1543 con la pubblicazione del trattato *De revolutionibus orbium caelestium*, *La rivoluzione delle sfere celesti*, il Sole va al centro dell'Universo, la Terra viene declassata a pianeta, la sfera delle stelle viene conservata ma ritenuta fissa, come vengono conservati gli eccentrici e gli epicicli, allo scopo di rispettare la tradizione platonica secondo la quale il moto dei corpi celesti deve sempre risultare dalla composizione di moti circolari uniformi.

L'universo di Copernico è finito, ma già con Thomas Digges e con Giordano Bruno, qualche decennio dopo, l'Universo viene ritenuto infinito, esteso a tutto lo spazio. Comunque con Tycho Brahe si ritorna a un universo finito e a una concezione di esso che sta tra la concezione copernicana e quella tolemaica, concezione che comunque comporta la cancellazione delle sfere cristalline della tradizione soprattutto medievale. Le osservazioni astronomiche particolarmente accurate di Tycho Brahe forniscono poi le prime prove dell'inconsistenza del dogma aristotelico dell'incorruttibilità dei cieli.

Nel frattempo emergono le figure gigantesche di Keplero e di Galileo, con i quali l'anno 1609, ossia esattamente quattrocento anni orsono, segna una tappa di capitale importanza nella storia dell'astronomia. E infatti in quell'anno Keplero pubblica le prime due delle sue grandi leggi scoperte qualche anno prima, mentre Galileo, con il ricorso al cannocchiale per l'osservazione del cielo e con le grandi scoperte a cui perviene, segna l'inizio di una nuova era nell'astronomia. Con le sue esperienze Galileo porrà inoltre le basi della meccanica terrestre.

Keplero perverrà alla terza delle sue leggi nel 1618 e con la scoperta di tali leggi il cielo viene definitivamente sgombrato da epicicli ed eccentrici. Tali leggi delineeranno la strada che porterà, nella seconda metà del secolo, alla scoperta della legge di gravitazione universale e che, unitamente alle ricerche nel campo della meccanica da parte di Galileo, di Huygens, ecc., porteranno al grande trattato di Newton *Philosophiae naturalis principia mathematica*, apparso nel

1687. Con esso Newton fonda la meccanica moderna come scienza rigorosamente razionale, che ingloba la meccanica terrestre e la meccanica celeste, con alla base i celebri tre principi della dinamica. La terza parte del trattato è da Newton interamente dedicata al “sistema del mondo”, ossia all’intero sistema solare come era allora conosciuto, regolato nei suoi movimenti dalla legge di gravitazione universale.

Nel frattempo l’attenzione degli astronomi si concentra sulle dimensioni e forma della Terra, del Sole e sulle distanze e dimensioni nel sistema solare. Il ritorno nel 1759 della cometa di Halley fornirà poi un’ulteriore conferma della validità della legge di gravitazione universale.

L’attenzione degli astronomi passa quindi alle stelle e la scoperta dell’aberrazione stellare fornirà una grande conferma della validità del sistema copernicano. Un’altra grande e definitiva conferma per esso verrà poi dalla scoperta delle parallassi delle stelle.

Con il passaggio all’esame e allo studio delle stelle si può dire che abbia inizio l’astronomia moderna.

Bruno Bertotti
Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -
Università degli Studi di Pavia

Il Sistema Solare e la sua comprensione razionale

1. Viste molto diverse: un cielo denso di esseri e dominato dalla cosmologia religiosa ha lasciato il posto a uno spazio quasi vuoto, molto freddo o molto caldo, e privo di punti fermi
2. Ma perché mai le orbite stanno tutte (quasi) in un piano? Perfezione delle sfere? No!!
3. Lo stato dei mondi. Mondi in condizioni estreme e inattese. La discesa di Huygens su Titano
4. Storie geologiche. Atmosfere. Crateri. Vulcani
5. Orologi cosmici. L'armonia segreta delle risonanze e la dissipazione termica.
6. La bellezza degli anelli. Poesia astronomica

Giorgio Giorello
Università degli Studi di Milano

*Il newtonianesimo alle origini dell'Illuminismo:
Francesco Algarotti, Il newtonianesimo per le dame*

Il newtonianesimo non solo come sistema del mondo ma come metodo di spregiudicata indagine della natura diventa anche in Italia, e in particolare a Venezia e a Milano, il modello per un Illuminismo attento sia allo studio della natura fisica sia all'indagine del mondo umano, in una prospettiva riformatrice.

Antonio Giorgilli
Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -
Università degli Studi di Milano

Il Sistema Solare tra ordine e caos

Il problema della stabilità del sistema solare può riassumersi nella domanda: possiamo garantire che le orbite dei pianeti restino simili a quelle attuali se non per l'eternità almeno per un tempo paragonabile a quello della vita del sistema solare stesso od all'età dell'Universo?

A questa domanda non siamo ancora in grado di dare una risposta soddisfacente. Qui prenderò in considerazione i punti salienti dello sviluppo delle nostre conoscenze.

L'astronomia antica, ed in particolare la teoria elaborata dai grandi matematici greci, può riassumersi nell'affermazione che i pianeti sono soggetti a moti periodici, ed a noi spetta il compito di identificare i periodi grazie alle osservazioni.

La teoria della gravitazione di Newton ci mette a disposizione gli strumenti teorici per calcolare le frequenze indipendentemente dalle osservazioni. Su questo si fonda la teoria delle perturbazioni iniziata da Eulero e Lagrange e sviluppata successivamente ad opera dei più grandi matematici del secolo XIX. L'obiettivo diventa quello di giustificare mediante il calcolo le piccole mancanze di regolarità che le osservazioni mettono via via in evidenza.

Il sogno di ricondurre la dinamica planetaria alla sovrapposizione di moti periodici, e quindi in buona sostanza allo schema degli epicicli, viene infranto da Poincaré nel 1890: a lui si deve la scoperta che le equazioni di Newton ammettono anche soluzioni che rappresentano moti caotici. Si rivela così la possibilità che il sistema solare possa essere davvero instabile.

La combinazione di moti periodici, qualificati come ordinati, e moti caotici costituisce il tema centrale delle ricerche degli ultimi cinquant'anni. La teoria ci rivela la possibilità che la componente caotica del movimento sia in grado di modificare in modo considerevole la dinamica dei pianeti solo su tempi molto lunghi, confrontabili ad esempio con l'età stimata dell'Universo (20 miliardi di anni). La simulazione numerica delle orbite ci mostra che il caos è effettivamente

presente almeno nelle orbite dei pianeti interni, e che può effettivamente modificare in modo consistente le orbite su un arco di tempo di qualche miliardo di anni.

Sia le ricerche teoriche che quelle numeriche non sono però in grado di rispondere definitivamente alla domanda se il sistema solare sia stabile, nel senso detto all'inizio. Da un lato l'applicazione della teoria al sistema solare è impresa alquanto ardua. Dall'altro i metodi numerici non possono ancora garantire né l'affidabilità del calcolo su tempi lunghi come quelli considerati, né una statistica sufficiente a darci almeno delle informazioni di carattere probabilistico.

Alessandro Morbidelli
Observatoire de la Côte d'Azur

L'evoluzione violenta del sistema solare

Se Kant e Laplace avessero conosciuto le orbite dei pianeti extra-solari, non gli sarebbe mai venuto in mente che i pianeti si siano formati a partire da un disco. Infatti le orbite dei pianeti extra-solari sono molto eccentriche (e sembra anche inclinate), probabilmente a cause di incontri ravvicinati fra i pianeti stessi, formati in configurazioni violentemente instabili.

Il nostro sistema solare, per nostra fortuna, è molto più tranquillo.

Ma è stato sempre così?

Le proprietà orbitali dei pianeti giganti, degli asteroidi, dei Troiani e della cintura di Kuiper e, soprattutto, i grandi crateri d'impatto che rivelano un periodo cataclismico di impatti cosmici avvenuto 3,9 miliardi di anni fa, suggeriscono un passato violento anche per il nostro sistema solare.

Questa conferenza discuterà un modello dinamico coerente dell'evoluzione violenta dei pianeti giganti, che spiega al meglio la struttura attuale del sistema solare.

Giovanni Bignami
Scuola Superiore IUSS di Pavia

I marziani siamo noi

Dobbiamo a Copernico e Galileo l'aver compreso che non siamo al centro dell'Universo e a Darwin che siamo solo un prodotto, tra i tanti, dell'evoluzione naturale. L'astronomia moderna ha inferto due ulteriori colpi all'antropocentrismo:

- 1) la scoperta che la materia "barionica", di cui siamo noi stessi costituiti, rappresenta solamente "un granello di sabbia" rispetto alla massa totale dell'universo;
- 2) l'aver capito che i pianeti attorno alle stelle, anche quelli abitabili, sono la norma e non l'eccezione.

Anche le molecole complesse di cui siamo fatti sono simili alla materia organica trovata in meteoriti. Ogni anno almeno una tonnellata all'anno di roccia marziana cade sulla terra; questo potrebbe condurre al fatto che anche noi siamo di origine marziana.

Quindi, che cosa ci impedisce dal tornare a casa? Ora sappiamo come.

Ennio Poretti
INAF – Osservatorio Astronomico di Brera

I Pianeti Extrasolari: una prima risposta al paradosso di Fermi

Negli ultimi 15 anni sono stati scoperti più di 300 pianeti in orbita attorno a altre stelle. Lo studio dei singoli pianeti extrasolari è diventato non solo uno dei principali campi di ricerca dell'astrofisica moderna, ma risponde anche ad un preciso interesse culturale. Con la rivoluzione Copernicana l'uomo ha perso la propria centralità nell'Universo e ha iniziato a porsi la domanda: siamo soli? La teoria dell'evoluzione stellare prevede un gran numero di sistemi planetari nella nostra Galassia, ma mancava l'evidenza sperimentale di questa presenza. Il paradosso di Fermi ("se non siamo soli, dove sono tutti quanti?") ha originato un vivace dibattito nel quale la scoperta dei sistemi extrasolari costituisce il primo, fondamentale contributo sperimentale.

I metodi per rivelare la presenza di un pianeta attorno a una stella sono diversi.

Progressi nella tecnologia di misurazione delle velocità radiali hanno reso sempre più efficiente la misura dell'effetto Doppler, avvicinandosi alla possibilità di notare pianeti sempre più piccoli situati nella 'Zona Abitabile'. Il metodo dei transiti permette di ottenere immediatamente il raggio del pianeta e, in combinazione con misure spettroscopiche, di arrivare alla sua densità.

L'effetto di "Microlensing gravitazionale" e le tecniche di Imaging possono rivelare pianeti a notevoli distanze dalla stella centrale. Il recente e continuo successo dei programmi di ricerca dei pianeti extrasolari è un'ottima base di partenza per la ricerca di pianeti simili alla nostra Terra potenzialmente in grado di ospitare forme di vita complesse.

Enrico Flamini
Agenzia Spaziale Italiana – Università degli Studi di Chieti

*Missioni future nell'esplorazione del Sistema Solare e
dei Pianeti Extrasolari*

L'Esplorazione Planetaria ha come obiettivi principali quelli di conoscere l'origine e di capire l'evoluzione del Sistema Solare e dei corpi che lo compongono e le complesse interazioni tra la il Sole ed i pianeti. Inoltre, a questi obiettivi si aggiungono quello della ricerca della vita su altri pianeti con lo scopo di scoprire in quali condizioni essa può apparire ed evolvere. Infine, la conoscenza del nostro Sistema Solare è fondamentale per conoscere e capire come il mezzo interplanetario e l'interazione con gli altri corpi del Sistema Solare possono influire sull'ambiente nel quale viviamo.

Il Sistema Solare è formato da molti elementi. Il primo, sia per dimensioni che per il ruolo che riveste nel determinare la natura stessa del concetto di sistema, è il Sole una stella perfetta per il mantenimento di condizioni favorevoli allo sviluppo di composti organici complessi ed in ultimo alla vita biologica quale noi la conosciamo. Introno al Sole, legati ad esso dalla forza di gravità, ruotano una serie di corpi di varie dimensioni: i pianeti ovvero Mercurio, Venere, Terra, Marte, Giove, Saturno, Urano e Nettuno. Ad eccezione di Mercurio e Venere, tutti i pianeti a loro volta posseggono altri corpi più piccoli che li orbitano: i satelliti. Ci sono poi tantissimi corpi minori che si muovono su orbite spesso fortemente ellittiche che, a volte, intersecano quelle dei pianeti principali: gli asteroidi e le comete. Oltre Nettuno si trova una fascia di oggetti ancora abbastanza misteriosi, scoperti dall'astronomo olandese Kuiper da cui hanno preso il nome, cui forse appartiene anche Plutone fino a due anni fa ancora conosciuto come pianeta. Ancora più lontano della fascia degli oggetti di Kuiper si trova una nube formata da piccoli oggetti ghiacciati che avvolge l'intero sistema solare, la nube di Oort.

Nell'affrontare il tema della scienza spaziale oltre il prossimo decennio è necessaria una premessa di tipo filosofico. Lo sviluppo delle conoscenze odierne deriva dall'insieme di

osservazioni da terra e sviluppo di modelli teorici precedenti l'era spaziale e dalla loro revisione ed ampliamento oltre allo sviluppo di alcune nuove teorie a seguito dei risultati acquisiti negli ultimi decenni. Tuttavia la mole dei dati che saranno acquisiti al termine delle missioni ad oggi pianificate richiederanno un lungo periodo di analisi e la ricerca di modelli complessi che sappiano mettere insieme le varie informazioni. Nel campo dell'esplorazione del Sistema Solare ad esempio alla metà del prossimo decennio tutti i pianeti e alcuni corpi minori saranno stati osservati da vicino ed analizzati. Quello che sarà necessario sarà quindi la realizzazione di poche missioni fortemente specializzate e mirate allo studio di aspetti specifici e, principalmente, missioni che riportino sulla Terra campioni di suolo e atmosfera ben selezionati per consentire, tra l'altro, la datazione assoluta delle superfici. Questo è un elemento essenziale per la piena comprensione ed il consolidamento dei modelli di evoluzione del Sistema Solare. Sappiamo inoltre che esistono molte altre stelle con pianeti che le girano intorno ma quello che non sappiamo è se alcuni di questi possono essere considerati abitabili. Quindi si rende necessaria una missione per la ricerca di pianeti extrasolari di tipo terrestre nella 'fascia abitabile'. Una missione di questo tipo, inoltre, aiuterà anche nella comprensione dei meccanismi di formazione dei sistemi planetari, mettendo il nostro sistema solare in un contesto più ampio.

Le missioni dei prossimi decenni sono quindi molto complesse e di conseguenza costose. Le prospettive italiane nell'ambito dello studio dell'Esplorazione del Sistema Solare devono pertanto far riferimento in gran parte ai programmi ESA *Cosmic Vision* e *Aurora* e che sono fortemente mutate dai progetti allo studio in ambito NASA e in molti casi non realizzabili se non in ambito di cooperazione, senza trascurare anche altre opportunità che si presenteranno a livello internazionale.

Cesare Perotti
Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Milano -
Università degli Studi di Pavia

Geologia e Geomorfologia di Marte

In anni recenti numerose missioni satellitari americane ed europee hanno fornito informazioni sempre più precise e dettagliate sulle caratteristiche topografiche, geomorfologiche e geologiche di Marte, attraverso l'acquisizione di immagini pancromatiche, multispettrali e stereoscopiche ad elevata risoluzione e attraverso analisi dirette eseguite in alcune località da veicoli automatici sbarcati direttamente sulla superficie,. Inoltre, la missione americana MOLA (*Mars Orbiter Laser Altimeter*), attraverso le misure di un altimetro laser su satellite, ha permesso la realizzazione di un modello digitale della superficie di tutto il pianeta con una risoluzione verticale di qualche metro e orizzontale di qualche centinaio di metri.

L'analisi e l'interpretazione geologica dei numerosi dati acquisiti è stata svolta essenzialmente attraverso la comparazione con i cosiddetti "analoghi terrestri", che sono ambienti geologici e geomorfologici simili a quelli che si rinvengono su Marte e che costituiscono l'unico esempio direttamente accessibile a cui possono riferirsi i ricercatori. Tale approccio è giustificato dalle notevoli similitudini che Marte presenta con il nostro pianeta. Numerosi fenomeni geologici, simili a quelli terrestri, sono stati infatti riconosciuti su Marte. In particolare, tra le strutture geologiche più significative, analoghe a quelle terrestri, che sono state individuate e cartografate possiamo ricordare:

- i numerosi apparati ed edifici vulcanici tra i quali spicca l'Olympus Mons, nella regione di Tharsis, che con un'altezza di circa 25 km ed un diametro di 550 km costituisce il più grande vulcano del nostro sistema solare;
- i crateri da impatti che sono estremamente diffusi su tutta la superficie e che costituiscono a tutt'oggi l'unico elemento di datazione delle unità geologiche del pianeta. Hanno dimensioni variabili da poche centinaia di metri fino a migliaia di chilometri e presentano in molti casi caratteristiche peculiari come un picco centrale, bordi multipli ed estese coltri di deiezione;

- le numerose forme di erosione e trasporto eolico, quali dune di materiale granulare di varie forme e dimensioni, dovute alle numerose tempeste di vento che si manifestano ciclicamente su Marte;
- forme dovute a fenomeni gravitativi come frane e collassi di scarpate;
- numerose strutture attribuibili all'azione deposizionale ed erosiva di fluidi probabilmente costituiti da acqua, oggi non più presente sulla superficie del pianeta, ma probabilmente molto diffusa in epoche remote. Sono infatti riconoscibili complessi sistemi di drenaggio ed apparati fluviali, conoidi e piane alluvionali.

Un discorso a parte meritano le numerose strutture tettoniche recentemente individuate in alcuni particolari settori del pianeta come ad esempio le regioni di Thamasia, Tharsis e le aree adiacenti, dove sono state individuate numerose faglie normali che strutturano la superficie con una serie di *horst* e *graben* e particolari strutture di deformazione denominate *wrinkle ridges*, probabilmente attribuibili a pieghe tettoniche provocate da sovrascorrimenti presenti nel sottosuolo. Il confronto tra le caratteristiche topografiche di Marte e della Terra attraverso lo studio delle rispettive curve di frequenza delle quote, delle pendenze e delle curvature evidenzia infatti analogie e differenze nei processi tettonici e geodinamici che le hanno provocate. In particolare le differenze potrebbero indicare sia l'assenza su Marte, da un lungo periodo di tempo, di processi tettonici attivi, con il conseguente instaurarsi di una progressiva riequilibrio isostatica del pianeta, sia l'interruzione in uno stadio precoce dell'evoluzione del pianeta dei processi geodinamici di differenziazione crostale.

Da diverse centinaia di milioni di anni sono inoltre inattivi sulla superficie di Marte processi morfologici in grado di livellare le asperità topografiche, che sono rimaste praticamente fossilizzate. L'esame della carta delle curvature indica comunque che la maggior parte delle aree caratterizzate da una significativa curvatura ha una forma sub-circolare, riconducibile geneticamente a crateri di impatto non erosi e, in subordine, ad edifici vulcanici. Le eccezioni più significative sono costituite dalle strutture della Valle Marineris, da faglie e canali di erosione ad andamento lineare e da pochi rilievi ad andamento curvo presenti in alcune parti della regione di Thamasia (*wrinkle ridges*).

Luigi Colangeli
INAF – Osservatorio Astronomico di Capodimonte

*Dagli astri alla nascita della vita sulla Terra: un filo rosso chiamato
Astrobiologia*

L'evoluzione dell'universo segue leggi che da sempre l'uomo cerca caparbiamente di investigare e svelare. Oggi conosciamo i processi basilari che regolano la formazione, l'evoluzione e la distruzione delle stelle che popolano la via lattea e le altre galassie. Sappiamo anche che intorno ad alcune tipologie di stelle possono formarsi sistemi di pianeti, come il nostro sistema solare. Il sistema solare, che ospita anche la Terra, offre un vastissimo campionario di pianeti, lune, comete ed asteroidi che oggi l'uomo riesce a studiare da lontano con potenti telescopi e da vicino grazie alle moderne missioni spaziali: concentrato di tecnologie di avanguardia. I pezzi di informazione che oggi abbiamo a disposizione costituiscono un potente mezzo di investigazione per dipanare il filo rosso che lega le stelle lontane al nostro pianeta ed, in ultimo, alla comparsa della vita umana su di esso. Questo filo rosso si basa su conoscenze interdisciplinari che legano strettamente astronomia, chimica, geologia, genetica, biologia e tante altre scienze e che si raccolgono sotto un unico ombrello chiamato *astrobiologia*. Questa moderna branca della ricerca ha tra i primi obiettivi approfondire le relazioni tra le semplici molecole organiche che si formano intorno alle stelle ed i mattoni fondamentali degli organismi viventi sulla terra. Ma anche, persegue il compito di andare in caccia di ambienti esterni al nostro pianeta idonei ad ospitare l'evoluzione della vita. Osservazioni, modelli teorici ed esperimenti di laboratorio costituiscono le principali vie investigative che oggi abbiamo a disposizione per cercare di comprendere meglio i complessi meccanismi della natura che ci circonda.

APPUNTI

