

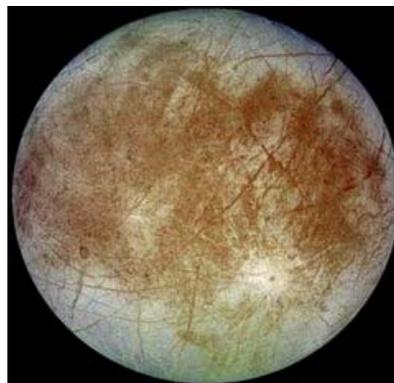


Europa

(di Andrea Tirinnanzi)

Indice

| | |
|--|----|
| 1. Caratteristiche Generali | 2 |
| 1.1. Atmosfera | 2 |
| 1.2. Superficie..... | 2 |
| 1.2.1. Crateri e Solchi | 2 |
| 1.2.2. Possibile spiegazione dei solchi su Europa..... | 3 |
| 1.3. L'oceano Nascosto..... | 3 |
| 2. Energia interna..... | 3 |
| 3. Storia Evolutiva | 4 |
| 4. Tettonica a zolle di Ghiaccio su Europa | 4 |
| 4.1. Vulcanologia di Europa | 4 |
| 4.2. Iceberg su Europa | 5 |
| 5. Sonde | 5 |
| 6. La vita ? | 5 |
| 6.1. I solchi della Luna | 5 |
| 6.2. Esperimento Stanley-Miller..... | 6 |
| 6.3. Esperimento Borucki: scariche elettriche. | 6 |
| 6.4. Il parere di alcuni esperti | 6 |
| 6.5. Il ruolo delle comete nella formazione geologica del satellite..... | 7 |
| 6.5.1. Molecole complesse scoperte in ambiente cometario..... | 7 |
| 6.5.2. L'effetto MASER | 8 |
| 6.6. Europa come il lago Vostok in Antartide..... | 9 |
| 7. Europa come sensore per catturare neutrini..... | 10 |
| 8. Bibliografia e info. documento | 10 |





1. Caratteristiche Generali

Europa è una Luna del pianeta Giove ed è la più piccola dei satelliti galileiani, ha un diametro di 3.138 Km, di poco inferiore al diametro della Luna della Terra (3.476 Km). Questo valore gli permette di occupare il quarto posto per grandezza fra tutti i satelliti di Giove finora scoperti. Fu Galileo Galilei ad individuarla con il cannocchiale la notte del 4 Gennaio 1610 da Patavii (ossia l'odierna Padova), come lui stesso ci ha descritto nel 'SIDEURUS NUNCIUS'; documento che informava Cosimo 2° De' Medici 4° Granduca di Toscana della scoperta. In quell'occasione Galileo scoprì 4 satelliti che ruotavano intorno al gigante gassoso, gli altri furono chiamati IO, GANIMEDE e CALLISTO. Il valore stimato della densità media, vicina a 3 g/cm^3 ; potendo possedere una corteccia di ghiaccio e acqua liquida spessa circa 100 Km, suggerisce che Europa è costituito per il 20 % di acqua,

1.1. Atmosfera

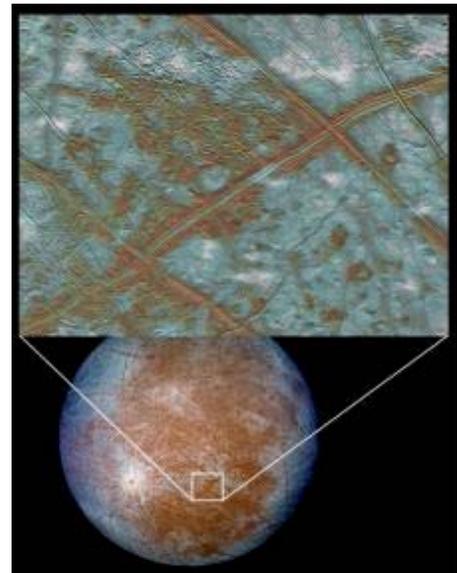
L'HST (Hubble Space Telescope) ha scoperto l'esistenza di un'atmosfera molto tenue composta di ossigeno ($1 \cdot 10^{-11}$ bar). La formazione dell'ossigeno risulterebbe non di origine biologica, come avviene sulla Terra. L'ossigeno nell'atmosfera di Europa si genera forse attraverso il calore del Sole che riscaldando la superficie ghiacciata produce vapore acqueo.

1.2. Superficie

La superficie di Europa ha un aspetto biancastro e brillante. Con un albedo del 70 % riflette la luce solare 10 volte maggiore a quella che riflette la Luna della Terra. Questa brillantezza si spiega con la presenza in superficie del ghiaccio d'acqua che la ricopre totalmente. Lo strato superficiale è composto come uno strato di acqua di 50 Km (valore stimato per la profondità). Da osservazioni effettuate con la sonda Galileo si ipotizza che sotto lo strato di ghiaccio sia possibile la presenza di acqua sotto forma liquida. Ma tale ipotesi era stata presentata anche precedentemente dopo che analisi nello spettro del vicino infrarosso facevano già pensare alla presenza di grandi quantità di ghiaccio superficiale.

1.2.1. Crateri e Solchi

Sulla sua superficie sono presenti pochi crateri, se ne trovano solo 3 con un diametro superiore ai 5 Km. Questo dato ci suggerisce che, o la crosta deve essere relativamente giovane o i segni degli impatti subiti da essa sono stati 'coperti', come sulla Terra, da una qualsiasi attività di movimento, dovuta al riscaldamento della superficie stessa. Quando, nel 1979, le sonde Voyager raggiunsero il sistema di Giove non solo ne fornirono splendide immagini ravvicinate, ma il Voyager 2, il 9 Luglio 1979 scattò alcune fotografie particolareggiate di Europa dalla distanza media di 204.000 Km, con una risoluzione di circa 4 Km. Tali immagini mostravano una superficie ghiacciata e quasi priva di crateri (da impatto), solcata da una complessa trama di strisce più scure. I solchi sulla sua superficie sono innumerevoli e il più ampio misura circa 10 Km. Le spaccature del ghiaccio superficiale risultano riempite da estrusioni del sottosuolo. Le fratture riempite da acqua mista a fango fuoriuscita dal sottosuolo per attività magmatica, è la responsabile del colore più scuro. Secondo Clark Chapman, dalle analisi della sonda Galileo, la superficie di Europa potrebbe avere un'età di pochi milioni di anni poiché presenta regioni lisce e con pochi crateri rispetto alle correnti conoscenze del tasso di craterizzazione del Sistema Solare. Secondo Carr partendo da un tasso di impatti nella zona di Giove molto più ridotto, l'età potrebbe essere vicina ad 1 miliardo di anni. Solamente una futura comparazione delle immagini, tra le missioni Voyager e Galileo, potranno fornire prove dirette dell'entità dei cambiamenti superficiali.





1.2.2. Possibile spiegazione dei solchi su Europa

La superficie di Europa non solo è ghiacciata ma mostra evidenza di molti solchi che ne spezzano il ghiaccio favorendo la fuoriuscita di materiale più scuro. Questo processo può essere spiegato con la posizione del satellite durante la sua orbita intorno a Giove. Gli effetti di questi passaggi si traducono sulla sua superficie; infatti è il luogo del Sistema Solare più attivo a livello vulcanico. Questo avviene perché durante la sua orbita viene stirato e riscaldato dall'attrazione gravitazionale (attrito di marea) di Giove. Quando si trova nel punto più vicino al pianeta, l'attrito aumenta. Allo stesso modo anche l'interno di IO si riscalda favorendo fenomeni vulcanici. Su IO i vulcani eruttano zolfo fino ad un'altezza di 300 Km. Inoltre passando attraverso il campo magnetico del pianeta si produce uno scambio di energia altissimo, tale che IO scarica 3 milioni di ampere su Giove creando e alimentando così le tempeste e cicloni nell'atmosfera del gigante gassoso. È possibile che lo stesso procedimento possa accadere anche per Europa soltanto al posto dello zolfo il vulcanismo si manifesterebbe con terremoti che produrrebbero appunto questi solchi. Sicuramente Europa attraversa il campo magnetico di Giove e subisce gli stessi effetti di IO, anche se in tono minore per via della sua maggiore distanza. La crosta ghiacciata ha molte probabilità di venire riscaldata e stirata facendo sì che il materiale sottostante il ghiaccio appaia in superficie.

1.3. L'oceano Nascosto

La possibilità che sotto lo strato di ghiaccio vi possa esistere acqua allo stato liquido veniva ipotizzata ancor prima delle grandi missioni spaziali; Arthur C. Clarke nel suo romanzo, "2001 Odissea nello Spazio", scritto nel 1968, immaginava che gran parte della superficie di Europa fosse << . . . rivestita da enormi blocchi luccicanti, simili per l'aspetto ad iceberg alla deriva . . . >> I fattori che facevano presupporre che l'ultimo strato del satellite fosse costituito principalmente dal più diffuso fra gli elementi leggeri, quindi da ghiaccio d'acqua, erano la notevole riflettività e la bassa densità media che presentava il satellite. Era noto agli studiosi, già dagli anni 1950, che i nuclei delle comete contenevano grandi quantità d'acqua, mentre nei primi anni 1970 cominciava a diffondersi il modello per cui la formazione dei pianeti sarebbe avvenuta per accumulazione di planetesimi. Secondo la moderna planetologia i nuclei delle comete rappresentano quanto di più vicino sia rimasto agli antichi planetesimi che diedero forma ai pianeti ed ai satelliti, quindi, proprio i satelliti formati dall'orbita di Giove in poi possano presentare percentuali di acqua via via maggiori. L'ipotesi di un oceano di acqua liquida su Europa era ritenuta probabile per semplice analogia con la struttura della Terra. La superficie del nostro pianeta è principalmente costituita da silicati allo stato solido ed anche la crosta è composta prevalentemente dai silicati, ma a condizioni di temperatura e pressione tali da renderli allo stato liquido. Nel caso di Europa, a temperature e pressioni più basse di quella terrestre, il ruolo dei silicati è giocato dal ghiaccio d'acqua. Quindi al posto di un magma di silicati il mantello di Europa sarebbe un immenso oceano di ghiaccio d'acqua fuso, avente la proprietà di provocare fenomeni tettonici e magmatici, e dando la possibilità ad Europa di mantenersi geologicamente attivo. Solo grazie agli ultimi risultati, della missione spaziale Galileo, le ipotesi sulla presenza di acqua liquida sotto lo strato di ghiaccio di Europa sembrano sul punto di trasformarsi in certezze.

2. Energia interna

Sono stati ipotizzati vari meccanismi in grado di riscaldare la luna efficientemente, affinché l'acqua trovasse l'energia per sciogliersi e risalire sino in superficie:

1. Il calore generato dal decadimento dei nuclei radioattivi all'interno del corpo.
2. Il calore generato per attrito mareale. (si sviluppa solo se l'interno di Europa è fluido).
3. Abbassamento del punto di fusione. L'attività geologica presente su Europa potrebbe essere generata dall'aumento dei moti convettivi nel mantello, causati dall'abbassamento del punto di fusione per la presenza di sostanze volatili nella miscela di ghiaccio e polvere. Più sostanze volatili ci sono, più il punto di fusione si abbassa.
4. Processo di differenziazione del nucleo

Il processo di differenziazione del nucleo potrebbe essere un motore che produrrebbe attività endogena, perché durante la formazione del nucleo la trasformazione di energia potenziale in energia cinetica rilascia calore. Fra i vari meccanismi ancora oggetto di analisi e discussione, alcuni scienziati ritengono che solo il decadimento radioattivo sia sufficiente per giustificare l'attuale stato di Europa, mentre altri sostengono che siano le maree di Giove a fornire, ancor più che nel passato, un contributo fondamentale alla storia termica ed evolutiva del satellite.

L'attrito mareale a sua volta può essere causato in due modi possibili:

1. Dalle maree di Giove
2. Dall'interazione gravitazionale tra IO e GANIMEDE,



Le maree di Giove si spiegano con il fatto che Europa ha l'orbita eccentrica, un'eccentricità causata dalla risonanza orbitale con Ganimede. Per questa eccentricità la velocità orbitale di Europa attorno a Giove non è costante e, anche se Europa mostra sempre la stessa faccia a Giove, i rigonfiamenti mareali non possono rimanere solidali rispetto alla congiungente satellite- pianeta ma devono muoversi attorno ad una posizione di equilibrio. Europa, compiendo una rivoluzione attorno a Giove in soli 3,5 giorni, fa sì che questi rigonfiamenti si vengano frequentemente a trovare disallineati (in anticipo o in ritardo) rispetto alla congiungente gravitazionale, con conseguente dissipazione di energia per attrito. Le maree con le altre Lune dipendono sempre dall'orbita di Europa che lo porta ad avvicinarsi e allontanarsi rispetto agli altri satelliti.

3. Storia Evolutiva

Europa si suppone che abbia avuto origine all'interno della fredda nube primordiale che orbitava intorno a Giove, da ghiaccio e polveri che interagivano fra di loro. Come tutti i corpi presenti alla nascita del sistema solare è stato oggetto di intensi bombardamenti; l'acqua liquida, sottostante lo strato ghiacciato, può essere risalita cancellando ogni segno di impatto. Ma dato che il bombardamento, anche se con probabilità in costante diminuzione, con il passare del tempo non è mai cessato, la scarsità di crateri osservabile oggi induce a pensare che la crosta di Europa deve essere rimasta calda e soffice per un'epoca lunghissima dopo la sua nascita. Per l'esigua presenza di crateri da impatto sulla sua superficie si ipotizza che abbia subito un lento raffreddamento che, essendo anomalo, porta a domandarsi quali siano state le cause. Aldilà del valore relativo dei singoli contributi al calore, un modello della storia evolutiva di Europa si può riassumere in 2 fasi:

1. Nella prima fase, dopo essersi formata attraverso i caratteristici processi di accumulazione di planetesimi (principali responsabili per la formazione di tutti i corpi del Sistema Solare), il calore generato dall'aggregazione meccanica, dalle maree gioviane e dal decadimento dei radionuclidi interni, rese fluido il corpo. Gli elementi più pesanti migrarono verso l'interno, formando probabilmente un nucleo di silicati e la deidratazione dei silicati idrati permise all'acqua, assieme agli altri elementi più leggeri, di salire in superficie a formare l'ultimo strato del corpo. Per questo processo la superficie soffice di Europa non mantenne traccia dell'intenso bombardamento meteoritico caratteristico delle fasi iniziali della storia del Sistema Solare.
2. Nella seconda fase, Europa, si raffreddò fino all'attuale temperatura superficiale, che è di circa -150 gradi centigradi (C). Durante questo periodo di glaciazione, contemporaneamente all'erosione e all'inglobamento delle caratteristiche topografiche e dei crateri d'impatto, si formarono, per aumento di volume, numerose fratture e fenditure che ricoprivano l'intera superficie; fratture che vennero poi riempite da acqua mista a fango fuoriuscita dal sottosuolo per attività magmatica.

4. Tettonica a zolle di Ghiaccio su Europa

La sonda Galileo ha scoperto, mediante una serie di osservazioni a distanze molto più ravvicinate rispetto a quelle della sonda Voyager 2, zolle di ghiaccio in scorrimento sul fluido mantello oceanico di Europa, in questo caso le grandi fratture presenti sulla superficie sembrano dipendere non tanto dagli aumenti di volume avvenuti nella primitiva glaciazione, ma da slittamenti dovuti alle maree di Giove. Tali maree potrebbero far sì che alcune porzioni di ghiaccio arrivino a riscaldarsi al punto di effettuare il passaggio di stato della materia da solido a liquido. I movimenti della crosta di Europa riportano alla mente la tettonica delle placche terrestri; in questo caso le zolle vengono sostituite dalle ampie piattaforme di ghiaccio che come immensi iceberg alla deriva scorrono sopra l'oceano nascosto. Ecco qui di seguito le parole con le quali, nell'Agosto 1996, l'amministratore della NASA Daniel S. Golding commenta le immagini della sonda Galileo: "Queste nuove fantastiche immagini di una luna ghiacciata di Giove richiamano alla mente l'oceano artico coperto di ghiaccio del nostro pianeta. L'assenza di crateri, le fratture e i segni di movimento, tutto indica che questo potrebbe essere ghiaccio di recente formazione su di una superficie dinamica. Ciò aumenta la possibilità di un oceano liquido su Europa, l'unico altro posto nel nostro sistema solare dove sospettiamo che un tale oceano possa esistere". Ma aggiunge: "Non corriamo troppo. Queste immagini non provano in via definitiva l'esistenza di acqua liquida su Europa, e le prossime immagini, a più alta risoluzione, potrebbero non provarla."

4.1. Vulcanologia di Europa

Dalle immagini della sonda Galileo, che ci ha inviato nel Dicembre 1996, da una distanza di soli 692 Km dalla superficie (200 volte più vicino di quanto non fece il Voyager 2 nel 1979), hanno evidenziato dei vulcani di ghiaccio, che per mezzo di estrusioni, potrebbero avere rimodellato la superficie congelata del satellite. Esaminando tale



avvenimento, Ronald Greeley, membro del gruppo per l'analisi delle immagini della Galileo, afferma: "Sebbene le immagini non mostrino vulcani di ghiaccio correntemente attivi, o geysers, rivelano comunque flussi di materia sulla superficie, probabilmente originati da essi". Ulteriori conferme si sono avute il 20 Febbraio 1997, quando la sonda Galileo è passata ad una distanza di soli 586 Km da Europa. Da queste eccezionali immagini Ronald Greeley osserva che Europa ebbe in passato e potrebbe ancora averla nel presente, una crosta di ghiaccio molto sottile che ricoprirebbe acqua liquida o fanghiglia.

4.2. Iceberg su Europa

Secondo Michael Carr, membro della squadra per l'analisi delle immagini della Galileo, ritiene che: "Le zolle sembrano galleggiare e potrebbero essere comparate con gli iceberg che si trovano qui sulla Terra". Da vari elementi della morfologia delle zolle è possibile risalire ai vari spostamenti dei frammenti che un tempo erano uniti. Tale morfologia viene indicata dai cambiamenti di direzione delle scanalature delle zolle in prossimità delle fratture; anche dalle dimensioni e dalla topografia dei blocchi di ghiaccio è possibile dedurre che il loro spessore possa essere di 1 o 2 Km, se questa misurazione risultasse esatta la quantità d'acqua sottostante potrebbe superare quella degli oceani terrestri.

5. Sonde

La sonda Galileo fornirà altre immagini il 6 Novembre 1997 e altri 8 avvicinamenti nei successivi 2 anni.

6. La vita ?

Adesso che dati empirici sembrano confermare la presenza di acqua liquida sulla superficie di Europa, alcune ipotesi potrebbero tramutarsi in realtà; c'è vita su Europa? Per chiarezza fino ad ora abbiamo solo scoperto che forse l'ambiente di Europa potrebbe essere ospitale alla vita, ma non sappiamo con certezza se sotto la crosta ghiacciata possa esistere una specie vivente con caratteristiche "Terrestri", cioè analoghe al nostro pianeta, nelle stesse condizioni ambientali di Europa. Come non sappiamo del contrario, cioè se sulla Terra possa esistere, a parità di condizioni ambientali una specie vivente con caratteristiche che potremmo riscontrare su un eventuale forma di vita presente su Europa. Inizialmente non sappiamo neanche se sulla Terra esiste un ambiente con le stesse condizioni ambientali paragonabili e sappiamo che dovrebbe essere privo di ossigeno e forse anche privo di luce. Visto che da solo l'ossigeno non è necessario per l'insorgenza della vita, i ghiacci dell'artico potrebbero avvicinarsi molto al tipo di ambiente che stiamo cercando. Tuttavia proprio sotto il ghiaccio artico terrestre esistono microrganismi anaerobi. Ma nelle profondità oceaniche di Europa la vita potrebbe alimentarsi da un'attività vulcanica sottomarina in analogia alla nostra terra dove si trovano particolari nicchie di vita ospitate nelle 'sorgenti idrotermali terrestri', e nei pressi delle immense fratture delle dorsali oceaniche. Anche se particolari organismi 'terrestri' riescano a sopravvivere in tale ambiente, resta ancora da capire se, e in che modo, essi possano essersi evoluti. Questo enigma potrebbe trovare una risposta nella teoria della formazione dei corpi planetari; per cui se Europa si è formata per aggregazione di planetesimi simili ai nuclei cometari attuali, la presenza di molecole organiche diventa una certezza; infatti proprio tramite lo studio osservativo delle comete si è scoperto la presenza di numerose molecole complesse all'interno del loro nucleo. Le molecole complesse rappresentano i mattoni fondamentali della vita.

6.1. I solchi della Luna

Sulla superficie ghiacciata della Luna sono presenti dei solchi che attraversano il satellite. Questi solchi presentano una colorazione giallo-marrone, tipica della presenza di composti organici, come metano, e tutto ciò per i planetologi rappresenta un indizio molto promettente per quanto riguarda la possibilità di esistenza di vita, seppure a livello batterico, di origine biologica sulla superficie di Europa.



6.2. Esperimento Stanley-Miller

Nel 1953 Stanley L. Miller, studente di dottorato a Chicago, effettuò un esperimento: mescolò acqua, metano, idrogeno ed ammoniac, per una settimana applicò delle scariche elettriche per simulare l'atmosfera terrestre primordiale sottoposta a fulmini per poi studiarne le reazioni. Il risultato fu un liquido marroncino che conteneva alcuni amminoacidi, urea e altre molecole organiche. Questo risultato lasciò stupito lo stesso Miller perché fra le molecole prodotte nell'esperimento c'erano i mattoni con i quali sono costruite le proteine. Quindi quel liquido marroncino poteva esserci il brodo primordiale dal quale 3,5 miliardi di anni fa ebbe inizio sulla Terra l'avventura della vita. Dunque se i risultati dell'esperimento suddetto sono realmente applicabili, su Europa ci sarebbero tutti gli elementi presupposti all'insorgenza della vita, tranne uno: le scariche elettriche.

6.3. Esperimento Borucki: scariche elettriche.

Recentemente James Borucki al NASA Research Center in California ha scoperto come potrebbero generarsi delle scariche elettriche su Europa. Se spariamo un proiettile ad alta velocità contro un blocco di ghiaccio originiamo una doppia scarica elettrica, la prima si avrà all'impatto e la seconda più intensa qualche attimo dopo. Questo fenomeno si è potuto osservare solo adesso perché finora nessuno aveva pensato di installare dei sensori all'interno di un blocco di ghiaccio. Facendo collidere proiettili di dimensioni di circa un centimetro contro un blocco di ghiaccio, con temperatura di -196°C alla velocità di 6 Km al secondo, hanno scoperto che l'impatto che producevano era equivalente a un asteroide di 1 Km di diametro che si schiantava sulla superficie di Europa alla folle velocità di 24 Km al secondo. Quindi le scariche elettriche su Europa potrebbero essere originate da violenti impatti meteoritici sulla sua superficie. Gli ultimi impatti che sono avvenuti su Europa non sono molto antichi e molte tracce di questi violenti scontri cosmici sono stati coperti da nuovi ghiacci. Quando un corpo celeste entra in collisione con un altro sviluppa calore e nel caso di Europa scioglie il ghiaccio sui cui impatta, ma l'acqua liquida ben presto si ricongela coprendo i segni dell'accaduto. Quel che è certo è che su Europa le condizioni dell'esperimento di Borucki si sono verificate varie volte nel corso della sua evoluzione, ma è da dimostrare che da tali condizioni possa essersi originata una qualsiasi forma di vita. L'unico modo per poter arrivare a queste prove è di andare su Europa con una missione specifica, ma questo potrà accadere nel migliore dei casi solo nel 2011, quando una missione robotizzata si poserà sul suolo ghiacciato di Europa. Comunque, secondo Ronald Greenley se cerchiamo la vita nel Sistema Solare, Europa è il primo posto dove cercarla.

6.4. Il parere di alcuni esperti

Secondo Ronald Greeley la presenza della vita fuori dal Sistema Solare è certa solo se vengono rispettati tre criteri principali:

1. la presenza di acqua,
2. la presenza di composti organici
3. una temperatura adeguata.

Nel caso di Europa abbiamo una notevole quantità di ghiaccio d'acqua, ma non è ancora stato scoperto il valore della quantità di calore che si genererebbe all'interno del satellite; valore fondamentale per capire se composti organici possano aver avuto la possibilità di generarsi. Dallo studio delle immagini ravvicinate della sonda Galileo abbiamo la prova che, comunque, il calore è tale da provocare flussi estrusivi in superficie; quindi per questo Europa possiede i parametri per una ricerca di esobiologia. Secondo Cristiano Cosmovici, dirigente di ricerca presso l'istituto di fisica dello spazio del CNR di Frascati e responsabile del programma italiano di Bioastronomia, l'acqua da sola non garantisce la vita; ed è arrivato a questa conclusione prendendo come riferimento la cometa Hale-Bopp. In questa cometa vi sono circa 100 miliardi di tonnellate di acqua allo stato solido: si era osservata già attiva ad oltre un miliardo di chilometri dal Sole, attività forse scaturita da una forma di energia interna, chimica o radioattiva, che renderebbe possibile il passaggio di stato dell'acqua da quello solido a quello liquido, cosa che però non conferma la presenza di batteri o virus all'interno del nucleo della cometa stessa. Secondo Angioletta Coradini, Principal Investigator per lo spettrometro VIRTIS della missione Rosetta (Agenzia Spaziale Europea) e ricercatrice presso l'istituto di Astrofisica Spaziale del CNR al reparto di Planetologia, la superficie di Europa dimostra molto chiaramente la presenza di una attività endogena; ma il processo fisico che la produce non è ancora conosciuto. Progettando una missione orbitante attorno ad Europa si potrebbe conoscerne la sua struttura interna, ma non sappiamo il bilancio energetico di Europa: valore che ci direbbe se l'energia presente è più o meno sufficiente per permettere lo sviluppo di qualsiasi forma di vita.



6.5. Il ruolo delle comete nella formazione geologica del satellite

Si ritiene che le comete abbiano avuto, e continuano ad averne ancora oggi, un ruolo nell'arricchimento di molte molecole presenti sulla Luna Europa, fra cui quelle necessarie alle basi della vita. La prova è che corpo che si trovi a passare molto vicino a Giove, date le sue enormi dimensioni, subisce una modifica della sua orbita a causa del grandissimo campo gravitazionale. Un esempio si è avuto con la cometa Shoemaker-Levy (dai nomi degli scopritori), che il 16 Luglio 1994 è arrivata perfino a frammentarsi in 21 nuclei. I residui delle dimensioni fra i 500 metri e il chilometro, nel giro di una settimana, dal primo incontro ravvicinato, sono esplosi ad una profondità di 30 Km nell'atmosfera del gigante gassoso provocando una potenza d'urto 10.000 volte superiore a tutto l'arsenale nucleare terrestre (energia pari a 100 milioni di megatoni di TNT-Hiroshima=15 chilotoni). Questi impatti hanno lasciato tracce nell'atmosfera gioviana (composta da metano, ammoniaca ed idrocarburi vari) tali da farci stabilire cosa succederebbe alla Terra se si dovesse venire a trovare nella stessa situazione: i gas atmosferici rilascerebbero energia cinetica in quantità da surriscaldare l'atmosfera terrestre di circa 200° C, portando all'estinzione di tutte le specie viventi sulla crosta terrestre ma preservando quelle che vivono negli oceani o comunque in luoghi profondi dove gli effetti del surriscaldamento non arriverebbero. Sulla Terra questo è già successo più volte nel passato (come le 4 grandi estinzioni di massa) ma per l'impatto di 65 milioni di anni fa, che ha provocato di fatto la scomparsa dei dinosauri sul nostro pianeta, non siamo ancora certi dell'origine del corpo celeste che lo ha provocato (asteroide o cometa). Da questi fenomeni si è dedotto che le grandi estinzioni di massa sul nostro pianeta sono periodiche ed avvengono circa ogni 26 milioni di anni. Ciò potrebbe accadere se un corpo dello sciame di 100 miliardi di comete che si trovasse nella nube di Oort (estremo confine del Sistema Solare) in un'orbita di parcheggio a circa 50.000 Unità Astronomiche dal Sole, venisse catapultato all'interno del nostro Sistema Solare per motivi quali il passaggio periodico di una stella compagna del Sole o se il Sistema Solare stesso attraversasse una nube interstellare durante il suo moto di rivoluzione attorno al centro della Via Lattea. Comunque è ormai certo che le comete portano acqua e tutti i composti del carbonio necessari allo sviluppo di aminoacidi, acidi nucleici, proteine e del RNA, elementi fondamentali per l'insorgenza della vita. La scienza che si occupa di questo campo di ricerca ha il nome di Bioastronomia o Esobiologia. Negli anni 1950 gli esperimenti svolti da Urey e Miller dimostrarono che sottoponendo una soluzione liquida di molecole organiche semplici a scariche elettriche, o ad un'altra forma di alta energia, la soluzione liquida suddetta si trasforma in catene di aminoacidi in pochi secondi. Sappiamo che per l'effetto MASER ne l'acqua ne le molecole organiche vengono distrutte durante gli impatti cometari ma bensì arricchiscono e trasformano la chimica originaria dell'atmosfera planetaria. Dai modelli teorici la completa dissociazione delle molecole era prevista a temperature d'attrito di circa 10.000°C mentre dall'osservazione dell'impatto della Shoemaker-Levy su Giove abbiamo scoperto che solo gli strati più esterni del nucleo cometario ghiacciato (del diametro da 1 a 10 Km) evaporano e quindi si dissociano. L'acqua comunque dissocia a 3.500°K ed è stata pure osservata nella calda atmosfera solare. La possibilità che l'acqua sia stata trasportata e quindi depositata nel Sistema Solare dalle comete viene rafforzata dalla scoperta indiretta di acqua liquida sul satellite di Giove Europa (scoperta effettuata dalla sonda Galileo) e dalla presenza di acqua solida nelle zone d'ombra polari della Luna. Quindi se ricerchiamo eventuali forme prebiotiche o biotiche presenti o estinte nel Sistema Solare, la luna Europa è un candidato, insieme al pianeta Marte e al satellite di Saturno Titano, molto probabile di successo. Per questo motivo la NASA ha già in progetto di inviare una missione dotata di una sonda automatica nel giro del prossimo decennio con destinazione Europa per verificare in sito le osservazioni della Galileo. Questa sonda si poserà sulla superficie ghiacciata del satellite e sarà in grado di effettuare misurazioni dell'ambiente e del ghiaccio su cui verrà a trovarsi.

6.5.1. Molecole complesse scoperte in ambiente cometario

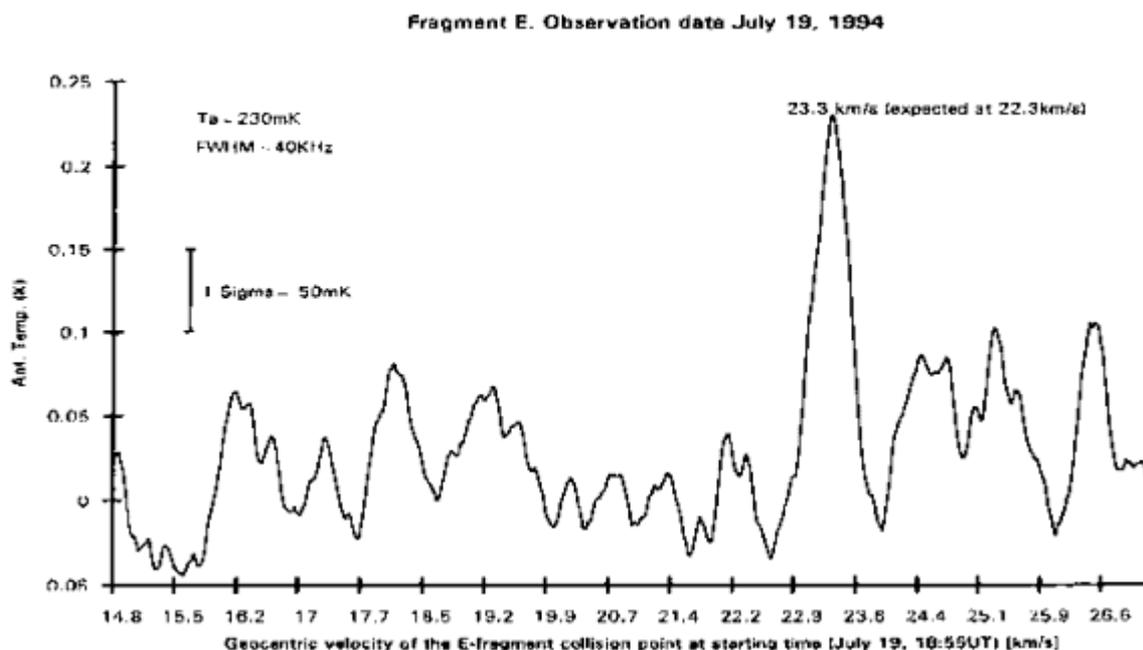
Le comete possono avere apportato varie molecole alla Luna Europa come:

| Molecole | Composto Simbolo chimico |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Monossido di carbonio | (CO) |
| Alcol metilico | (CH ₃ OH) |
| Anidride carbonica | (CO ₂) |
| Cianuro di metile | (CH ₃ CN) |
| Formaldeide | (H ₂ CO) |
| Ammoniaca | (NH ₃) |
| Acetilene | (C ₂ H ₂) |
| Acido solfidrico | (H ₂ S) |

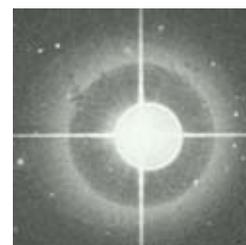
| Molecole | Composto Simbolo chimico |
|---|-----------------------------------|
| Scoperti nella Cometa IRAS da Cristiano Cosmovici | |
| Radicale formico | (HCO) |
| Etano | (C ₂ H ₆) |
| Trovati recentemente nella Hyakutake | |
| Metano | (CH ₄) |
| Solfuro di carbonine | (OCS) |
| Ione radicale formico | (HCO ⁺) |
| Tutti identificati nella Hale-Bopp | |
| Acido cianico | (HNCO) |
| Acido formico | (HCOOH) |

6.5.2. L'effetto MASER

Utilizzando uno spettroscopio per individuare linee MASER si può scoprire se su EUROPA esiste acqua allo stato liquido e se vi è l'evidenza di un 'oceano. Se la presenza dell'acqua liquida su EUROPA fosse confermata ci sarebbe la possibilità che uno sviluppo prebiotico o biologico sulla sua superficie possa essere in atto, magari iniziato milioni di anni fa. Il nome di effetto MASER è l'acronimo di "Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiaton". L'effetto MASER si può rilevare con metodi spettroscopici ed è l'equivalente dell'effetto LASER nella regione delle frequenze nella banda delle microonde. Il primo effetto MASER scoperto nel Sistema Solare è stato in occasione del 19 Luglio 1994 durante l'impatto dei 21 frammenti della cometa Shoemaker-Levy contro l'emisfero meridionale del gigante gassoso, alla folle velocità di 240.000 Km/h. Questo evento ci ha permesso di osservare una nube di vapore acqueo di sicura origine cometaria nell'alta ionosfera di Giove. Inoltre è stato possibile studiare le conseguenze che un impatto, a dir poco catastrofico, produce sull'atmosfera di un pianeta che non sia la Terra. Per l'occasione l'Area di Ricerca di Roma-Tor Vergata e l'Istituto di Radioastronomia (IRA) di Bologna avevano costruito, in collaborazione tra loro, uno spettrometro con 132.000 canali che accoppiato alla parabola di 32 metri del Radiotelescopio di Medicina, ha evidenziato il primo effetto MASER nel Sistema Solare. E' stata osservata un'emissione a 22 Ghz della linea dell'acqua ricollegabile alla presenza di una nube di vapore acqueo che emetteva in quelle particolari condizioni fisiche un'intensa linea MASER. In particolare l'emissione MASER è stata originata dall'impatto del frammento E della Shoemaker-Levy.



Il grafico, del frammento E, mette in relazione la velocità Geocentrica, che aveva nel momento della collisione, con l'atmosfera gioviana (Punto di Collisione) e la Temperatura. L'effetto MASER è molto conosciuto nel campo dell'Astrofisica perché all'interno delle nubi interstellari, dove le condizioni fisiche sono diverse da quelle che le atmosfere planetarie possono possedere, vengono osservate intense linee. La scoperta dell'emissione a 22 Ghz della linea dell'acqua nell'atmosfera gioviana ha aperto la strada alla ricerca di pianeti extrasolari le cui atmosfere possano essere state, oppure venire tuttora, bombardate da comete, così come avvenne sulla Terra all'inizio della sua formazione, tra 4,5 e 4 miliardi di anni fa. Con l'attuale strumentazione in nostro possesso possiamo rilevare la presenza di effetti MASER locali sia per la presenza di molecole dell'acqua, sia per molecole che emettono nel radio (come l'ossido di Silicio) in pianeti con particolari condizioni fisiche indipendenti dall'interazione cometaria fino ad una distanza di 50 anni luce da noi. A tale scopo è stato avviato un programma di ricerca della linea a 22 Ghz dell'acqua in oggetti extrasolari dove fosse già conosciuta la presenza di pianeti giganti e attorno a stelle dove già sappiamo che nubi cometarie e dischi protoplanetari le orbitano attorno. Una stella che ha rilevato la presenza di tali oggetti attorno ad essa è



EPSILON ERIDANI. E' una stella poco più piccola del Sole, dista da noi 10,5 anni luce e brilla nella costellazione dell'Eridanus; possiede magnitudine + 3,7 ed è circondata da un disco di polveri. Nel 2000 si è scoperto che un pianeta gassoso gli orbita attorno.

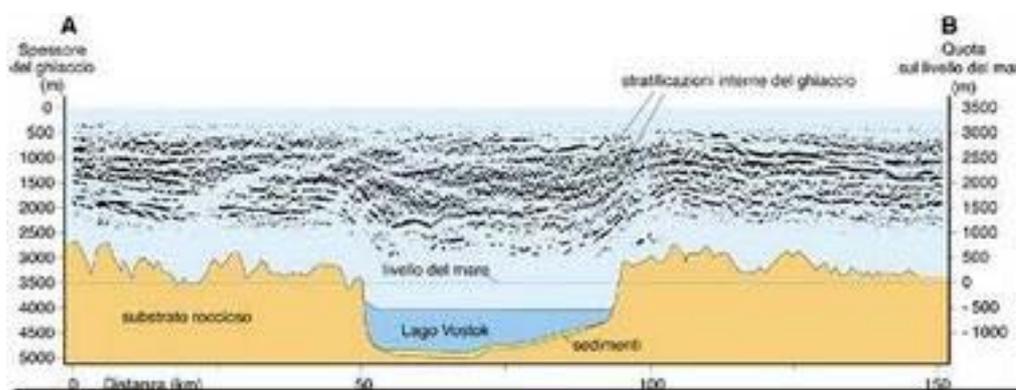
6.6. Europa come il lago Vostok in Antartide

La struttura superficiale della Luna Europa si troverebbe in analogia al lago Vostok in Antartide. Il lago Vostok è stato scoperto grazie ad alcune rilevazioni radar compiute da un satellite europeo nel 1996, riuscendo a stabilire che l'inizio del lago si trova ad una profondità di 4.000 metri sotto la coltre ghiacciata antartica. Le dimensioni del lago sono paragonabili a quelle della Corsica ed è profondo quasi 700 metri. Ma l'acqua può esistere a tali profondità dove la temperatura non supera mai i 3° C sotto lo zero e in un ambiente che sappiamo isolato dalla biosfera terrestre da qualche milione di anni? La soluzione è spiegata dal professor Tabacco, docente di geofisica applicata al Dipartimento di scienze della Terra

dell'Università di Milano, ed è la seguente:

la temperatura del ghiaccio in superficie si avvicina ai 50 ° C sotto lo zero, però, man mano che scendiamo in profondità, il calore cresce perché il ghiaccio è un cattivo conduttore di calore e quindi oltre a

diventare più spesso si isola sempre di più dalle temperature presenti in superficie. Per questo motivo sul fondo del ghiaccio e quindi sulle acque del lago si possono registrare valori di temperatura vicini o poco superiori allo zero (0° C), valore che delimita il punto di fusione del ghiaccio in acqua. Il lago Vostok non è l'unico lago sotterraneo che si trova in Antartide ma ve ne sono molti altri, uno di essi è il Lago Concordia situato vicino alla base francese Dome C che dal nome vanta paternità italiana. Esiste un team di ricercatori europei, nato nel 1999, che si dedica allo sviluppo di studi ingegneristici dediti a cercare di raggiungere le acque del lago per studiarne i sedimenti senza però alterare l'ambiente con possibili microrganismi esterni. Il primo passo sarà quello di effettuare una perforazione (del diametro di circa 90 centimetri) della crosta ghiacciata superficiale, fino a raggiungere la profondità di 3.800 metri; all'interno della cavità formatasi verrà fatto scendere un robot dotato di elica per permettergli di navigare e di una corona dentata per perforare il ghiaccio. A questo punto la cavità verrà fatta congelare favorendo la sterilizzazione del robot e impedendo così la contaminazione da parte di organismi esterni. Dopodiché si procederà a perforare gli ultimi 60 metri di ghiaccio che separano il robot dalle acque del lago, per poi ricevere i primi dati sulla temperatura e sul grado di salinità del lago. Un team di ricercatori russi invece intende effettuare una perforazione fino a raggiungere la superficie del lago riempiendo lo scavo con liquido antigelo, con pressione inferiore a quella dell'acqua. L'acqua del lago, nel momento del contatto con il liquido antigelo, a causa della



maggiore pressione, provocheranno una spinta in alto del liquido stesso di almeno 150 metri. In questo modo una piccola parte della colonna scavata (150 metri) verrà riempita dall'acqua del lago e 'imprigionata'. Dopo che l'acqua si è congelata basterà prelevarla con una trivella ed si ottiene una carota di ghiaccio costituito da acqua del lago congelata. Questo lago potrebbe essere il banco di prova dove eseguire i numerosi test in programma ed è molto importante per i

maggiore pressione, provocheranno una spinta in alto del liquido stesso di almeno 150 metri. In questo modo una piccola parte della colonna scavata (150 metri) verrà riempita dall'acqua del lago e 'imprigionata'. Dopo che l'acqua si è congelata basterà prelevarla con una trivella ed si ottiene una carota di ghiaccio costituito da acqua del lago congelata. Questo lago potrebbe essere il banco di prova dove eseguire i numerosi test in programma ed è molto importante per i



risvolti che vi possono essere riguardo alla Luna Europa e per i corpi celesti in genere in situazioni simili. La possibilità di trovare microrganismi rimasti nascosti per milioni di anni nelle acque del lago Vostok è la maggiore aspettativa tra gli esobiologi (gli scienziati che studiano la possibilità dell'esistenza di altre forme di vita nell'Universo). Sapendo che lo sviluppo di una qualsiasi forma di vita ha bisogno di energia per sopravvivere e che nelle profondità del lago la pressione raggiunge le 350 atmosfere sono stati sempre molti i dubbi espressi dagli scienziati sul fatto che sul fondo di questo lago vi si possa trovare la presenza di vita, anche se in campioni di ghiaccio lacustre, prelevati a profondità molto prossime alla superficie del lago, hanno già evidenziato microrganismi, ma potrebbero essere il risultato di contaminazione esterna dovute alle perforazioni avvenute all'epoca in modo non sterile. Le perforazioni sono ricominciate nel mese di Novembre 2003 e la base russa è stata autorizzata a prelevare campioni di ghiaccio ad una distanza di 120 metri dalle acque del lago, scendendo per ancora 50 metri rispetto agli esperimenti precedenti. Il professor Tabacco pensa che se si trovassero forme di vita nelle acque del lago, quindi organismi che riescono a sopravvivere in quelle condizioni estreme, saremmo davanti alle prime reali forme possibili di vita extraterrestri. Lo studio pertanto è rivolto non solo a possibili forme di vita che ci potrebbero spiegare lo scenario dell'Antartide milioni di anni fa, ma che ci possa fornire un quadro di quello che potremmo trovare sotto le altre distese di ghiaccio presenti su corpi celesti extraterrestri, come le calotte polari di Marte o nelle profondità dell'oceano di Europa.

7. Europa come sensore per catturare neutrini

Un fisico americano ha avuto l'idea di usare la superficie di Europa come un enorme laboratorio per catturare queste particelle inafferrabili. Sulla Terra siamo riusciti ad osservare i neutrini a bassa energia che provengono dal Sole, ma su Europa possiamo catturare i neutrini ad alta energia provenienti da sorgenti cosmiche (che possono raggiungere i 1021 eV [elettronvolt]). La superficie di Europa, agirebbe come un enorme rivelatore naturale, la temperatura del sottile ghiaccio che costituisce l'intera superficie permette di rivelare le tracce del loro passaggio molto più di quello che può fare oggi il ghiaccio antartico sulla Terra. I neutrini percorrono enormi distanze nell'Universo senza mai però perdere nessuna informazione sulla loro sorgente, e per questo motivo interagiscono molto debolmente con la materia che via via incontrano nel loro viaggio; ma il ghiaccio li riesce a catturare perché quando questi lo attraversano collidono con protoni e neutroni, producendo radiazioni sotto forma di lampi. Questi lampi ci possono dare informazioni preziose, sia sui neutrini che sulla loro origine (da dove sono partiti). Sulla Terra attualmente è attivo il rivelatore Amanda, installato in Antartide, che può catturare neutrini fino ad energie di 1015 eV, il suo successore Anita potrà arrivare fino ad energie di 1018 eV. Ma, secondo Gorham, per riuscire ad osservare anche un solo passaggio di un neutrino di energia fino a 1021 eV abbiamo bisogno del ghiaccio della superficie di Europa. I lampi generati dalle collisioni dei neutrini ad alta energia contro la coltre ghiacciata di Europa potrebbero essere controllati e registrati da una sonda in orbita attorno ad Europa.

8. Bibliografia e info. documento

Revisione documento: **Rev. 03 del 29/04/2006**

Bibliografia:

- [1] **Il Cielo Giugno 1997**
- [2] <http://naomi.bo.astro.it/bedogni/extra0/europa1.html>
- [3] http://www.ips.it/scuola/concorso/taramelli/Mike_gio.htm
- [4] <http://www.geocities.com/elidoro/news/elettrizzante.html>
- [6] <http://newton.corriere.it/PrimoPiano/News/2004/12/Dicembre/06/europa.shtml>
- [6] <http://www.fi.cnr.it/r&f/n8/batalli.htm>
- [7] <http://jekyll.sissa.it/index.php?document=81>

Autore articolo: Andrea Tirinnanzi

Revisore Scientifico: Leonardo Malentacchi