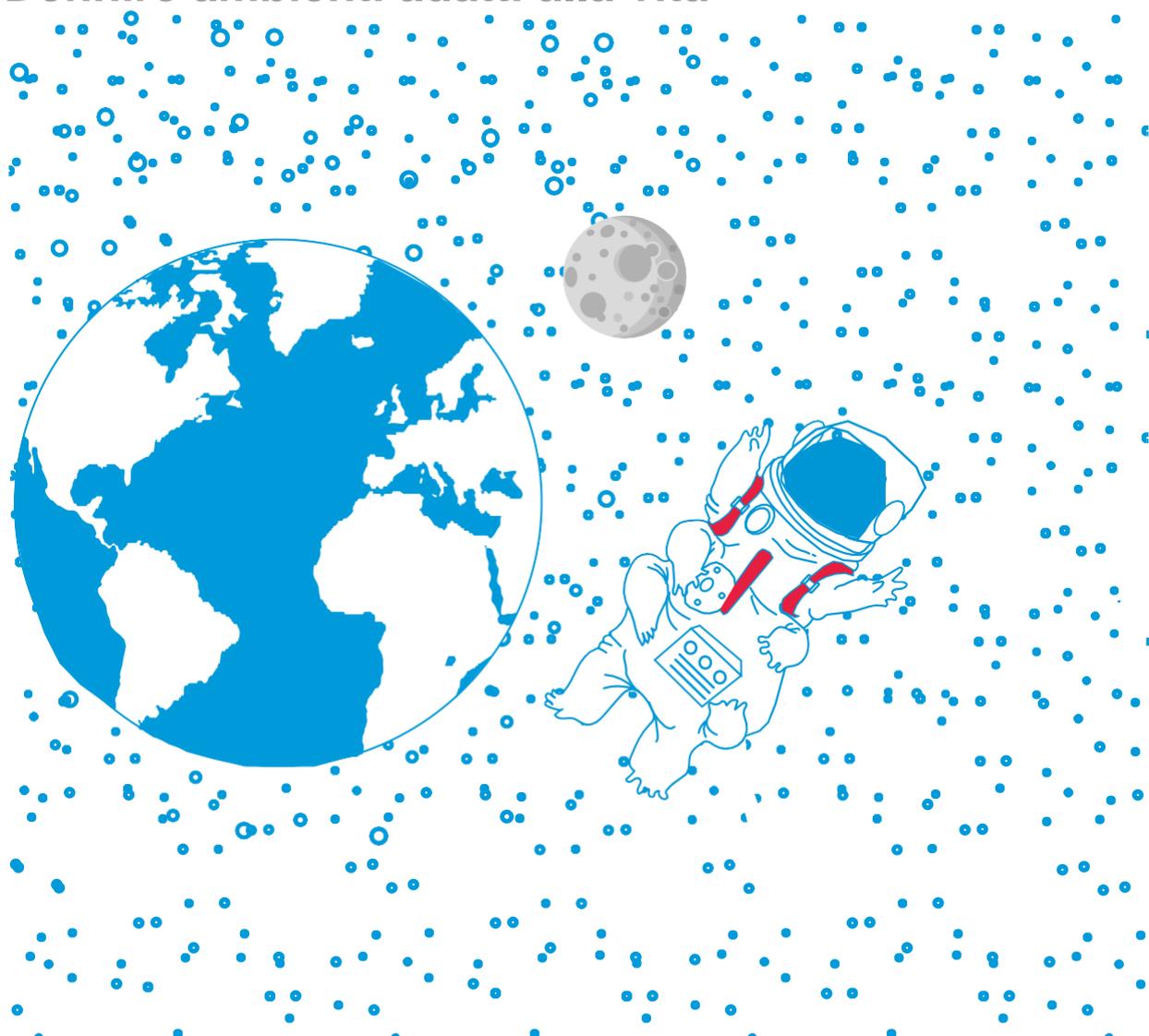
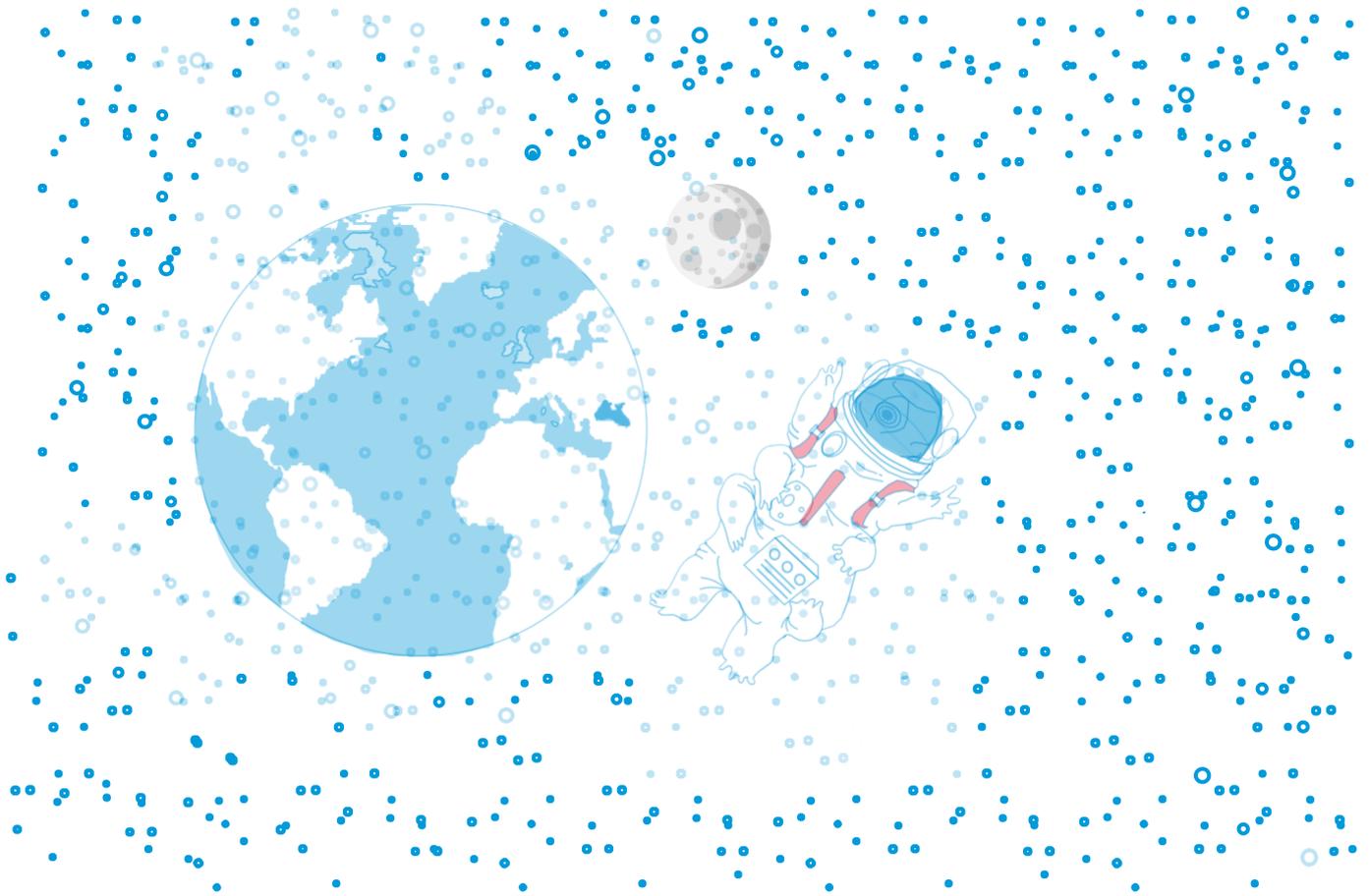


Insegnare con lo spazio

→ PUO' ESISTERE LA VITA IN AMBIENTI ALIENI?

Definire ambienti adatti alla vita





Teacher guide

Sintesi	page 3
Introduzione	page 4
Background	page 6
Activity: Vita nello spazio?	page 8
Links	page 10
Allegati	page 11

Insegnare con lo spazio – Può sopravvivere la vita in ambienti alieni? | B09
www.esa.int/education

The ESA Education Office welcomes feedback and comments
teachers@esa.int

An ESA Education production in collaboration with ESERO Poland
Copyright 2019 © European Space Agency

→ PUO' ESISTERE LA VITA IN AMBIENTI ALIENI?

PUO' ESISTERE LA VITA IN AMBIENTI ALIENI?

Scheda sintetica

Materia: Biologia

Età: 13-16 anni

Tipo: Attività per studenti

Complessità: media

Costo: Basso

Tempo richiesto: 1 ora

Luogo: aula

Include l'uso di: Internet, libri, biblioteca

Parole chiave: Biologia, Sistema Solare, Pianeti, Luna, Estremofili, Fattori abiotici, Ricerca della vita

Breve descrizione

In questa attività gli studenti prenderanno in considerazione se i viventi ritrovati negli ambienti estremi terrestri possono sopravvivere altrove nel Sistema Solare. Gli studenti esamineranno le caratteristiche di differenti luoghi nel Sistema Solare e poi utilizzeranno le schede di alcuni organismi estremofili per fare ipotesi su quali di loro possano essere in grado di sopravvivere in differenti ambienti extra-terrestri

Obiettivi di apprendimento

- Imparare cosa sono gli estremofili
- Prendere in considerazione la tolleranza ecologica
- Prendere in considerazione i fattori abiotici che influenzano l'adattamento e la sopravvivenza delle forme di vita
- Acquisire conoscenze sulle condizioni ambientali dei vari oggetti del Sistema Solare
- Comprendere che i cambiamenti nelle condizioni ambientali influenzano l'evoluzione dei viventi

→ Introduzione

Più gli scienziati studiano la Terra, più scoprono forme di vita. La vita terrestre si è adattata ad una straordinaria varietà di condizioni, perfino a quelle considerate dall'uomo inospitali. La vita esiste nei più sorprendenti luoghi. E' stata ritrovata nelle rocce porose dell'Antartide, nelle emissioni vulcaniche del Parco Naturale di Yellowstone e, perfino, nei bollenti geysir sul fondo oceanico (Fig1).



↑ Da sinistra a destra: Porus rocks, Antartide; sorgente vulcanica nello Yellowstone National Park, USA; sorgenti idrotermali, Mariana Trench.

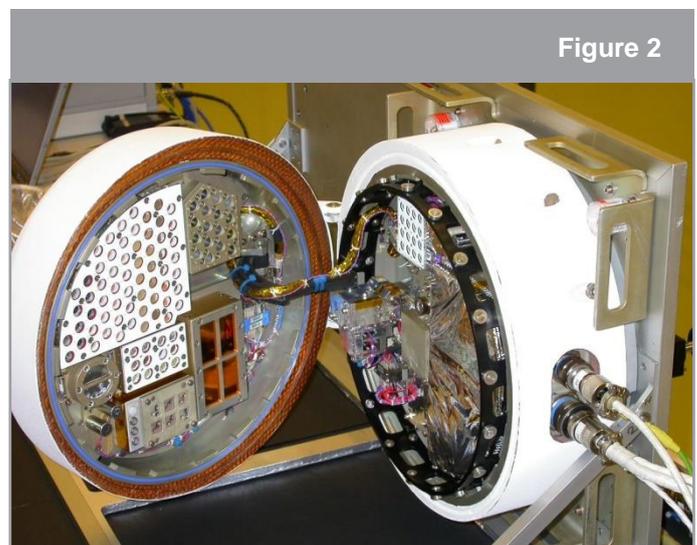
Gli organismi che vivono in questi ed in altri ambienti estremi sono definiti **estremofili**. Sono organismi unicellulari e spesso ricavano la loro energia da altre reazioni chimiche.

Specie differenti si sono adattate, attraverso cambiamenti evolutivi, agli ambienti in cui vivevano (o in cui erano state costrette a migrare). La Terra è caratterizzata da zone climatiche distinguibili, a causa delle differenze nell'esposizione ai raggi solari. Queste zone hanno determinato una distribuzione specifica di gruppi di organismi sulla Terra. Al momento, la Terra è l'unico luogo dell'universo che sappiamo essere abitato.

Non è stata, sin d'ora, trovata alcuna traccia di vita in altri pianeti del Sistema Solare. L'attuale ricerca della vita tende ad essere focalizzata sulla chimica, investigando possibili ambienti in cui la vita possa esistere o possa svilupparsi e sopravvivere.

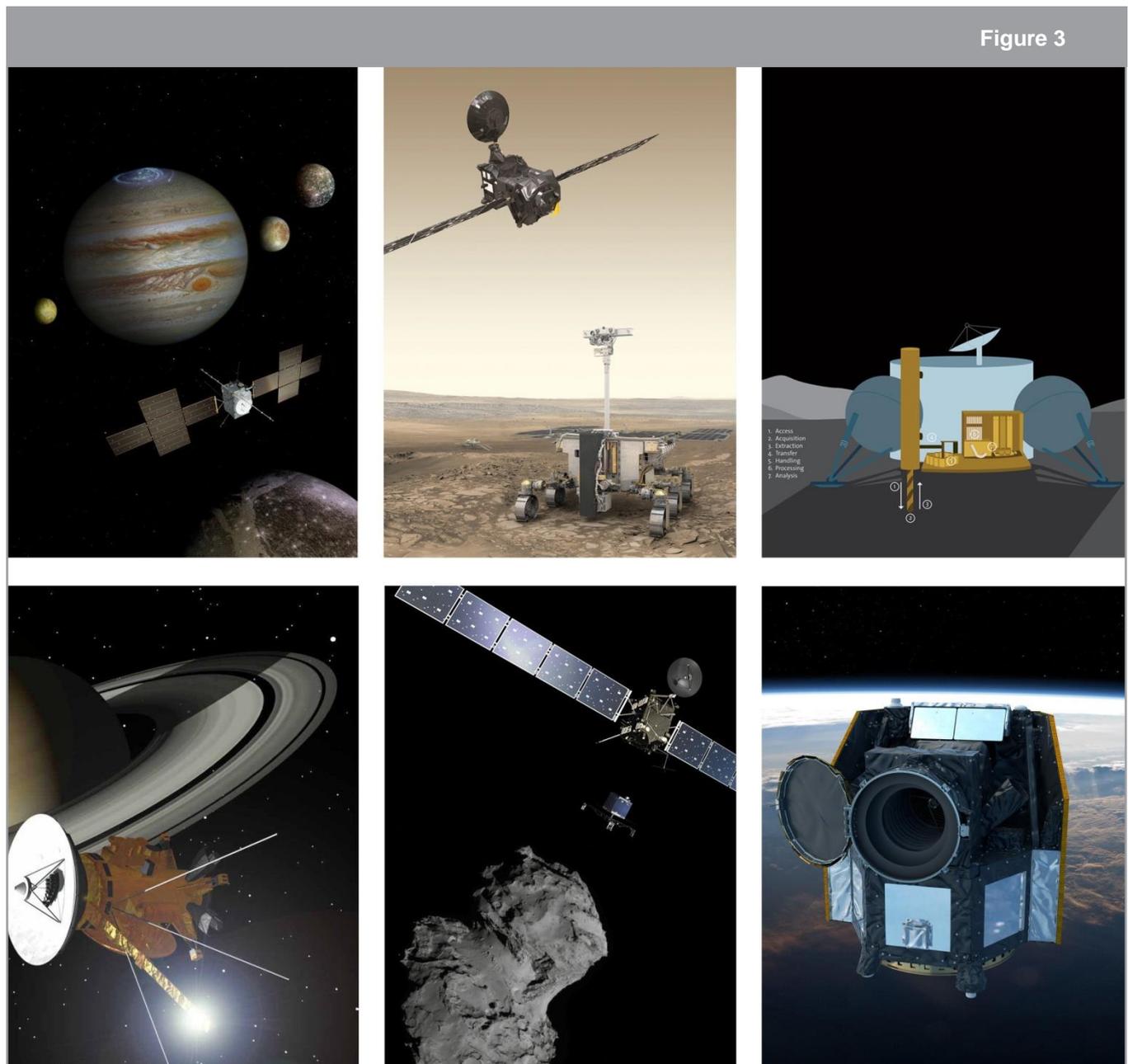
Questa attività stimolerà gli studenti a riflettere su come possa essere la vita al di fuori della Terra, se dovesse essere scoperta. Utilizzando gli organismi estremofili trovati sulla Terra come esempio, gli studenti faranno ipotesi su quali ambienti in altri luoghi del sistema solare possano essere adatti per la vita. Inoltre, rifletteranno sulle implicazioni della ricerca, e forse della scoperta, di forme di vita aliene.

Sulla Stazione spaziale Internazionale (ISS) sono stati condotti esperimenti che ci stanno consentendo di avvicinarci alla comprensione dei limiti che regolano i viventi. Un esempio di questa ricerca sono i test sull'esposizione alle condizioni estreme dello spazio. Per esempio, i Tardigradi (organismi noti anche come "waterbear", orsetti d'acqua) sono stati sottoposti al vuoto all'esterno di ISS, al fine di testare la loro resistenza in queste condizioni. Un altro esempio è la ricerca su come l'ambiente orbitante di ISS influenza gli organismi (senza esporli al vuoto), in particolare, su come crescano le radici delle piante in assenza del vettore dominante dell'accelerazione di gravità.



↑ Biopan instrument all'esterno della capsula Foton.

Molte missioni dell’Agenzia Spaziale Europea hanno studiato e ancora studieranno gli ambienti extra-terrestri che possono potenzialmente ospitare la vita. Tra queste, la missione Cassini-Huygens nel sistema di Saturno; la missione Rosetta sulla cometa 67/P; ExoMars, la missione che prevederà due fasi: il posizionamento di un satellite e la discesa di un rover sul pianeta rosso; JUICE, che studierà Giove e tre delle sue maggiori lune; e missioni future sulla Luna, come ad esempio Luna-27, che cercherà indizi per comprendere l’origine della vita. Infine, le missioni CHEOPS e PLATO andranno in esplorazione, oltre il Sistema Solare, verso Sistemi stellari, in cui sono presenti pianeti (esopianeti) (Fig.3)



↑ Immagini artistiche da sinistra a destra: (In alto) JUICE missione su Giove, ExoMars rover su Marte, PROSPECT instrument package della missione Luna-27 sulla Luna. (In basso) Cassini-Huygens in avvicinamento su Saturno, Rosetta e Philae sulla Cometa 67/P, CHEOPS in orbita intorno alla Terra.

→ Background

Estremofili

Un estremofilo è un organismo che prospera in condizioni fisiche e geochimiche estreme, che sono nocive per la maggior parte della vita sulla Terra. Gli Estremofili includono batteri acidofili e alofili e quegli organismi che possono vivere a temperature molto alte e molto basse. Alcuni estremofili possono sostenere alte pressioni, anche 350 volte maggiori della pressione atmosferica a livello del mare.

Batteri che possono vivere in acque ustionanti sono detti ipertermofili. Essi costituiscono una branca particolarmente importante degli estremofili, poiché sembrano essere le più antiche specie apparse sulla Terra. Alcuni scienziati ritengono che la vita stessa sia cominciata in ambienti con temperature molto elevate, forse nelle acque bollenti dei geysir sul fondo dell'oceano, noti come fumarole nere. Una sintesi di alcuni differenti tipi di estremofili è descritta nella Tab 1.

Sintesi di alcuni differenti tipi di estremofili	
Estremofili	Caratteristiche
Acidofili	Prosperano in ambienti molto acidi con pH inferiore a 3
Alcalofili	Prosperano in ambienti molto basici con pH superiore a 9
Anaerobi	Non necessitano di ossigeno per vivere
Alofili	Richiedono elevate concentrazioni di Sali per svilupparsi
Ipertermofili	Prosperano a temperature superiori a 800°C
Ipolitici	Vivono al di sotto delle rocce in deserti freddi
Metallo-tolleranti	Sopravvivono in ambienti con elevati livelli di metalli pesanti disciolti
Oligotrofi	Vivono in ambienti con scarsi nutrienti
Osmofili	Capaci di vivere in ambienti con alte concentrazioni di zuccheri
Piezofili (barofili)	Vivono in ambienti con elevate pressioni
Psicrofili	Prosperano in ambienti con basse temperature, al di sotto di -15°C
Radioresistenti	Resistono ad elevate dosi di radiazioni
Termofili	Prosperano in ambienti con elevate temperature, oltre 400°C
Xerofili	Capaci di vivere in carenza di acqua

Vita nel Sistema Solare

Lo studio degli ambienti presenti nel Sistema Solare che possono potenzialmente ospitare la vita si basa su dati ottenuti attraverso immagini e spettroscopie delle atmosfere o della superficie di oggetti celesti di interesse (pianeti, lune, comete, asteroidi).

Nel corso delle ricerche della vita al di fuori del pianeta Terra, gli scienziati hanno dovuto stabilire alcuni assunti su cosa esattamente si dovesse affrontare per avere successo del ritrovamento di forme viventi (o traccia di esse). Il primo di questi presupposti è che si ricercano microrganismi o tracce della loro passata esistenza. Immaginate che, sebbene la Terra abbia 4.5 miliardi di anni, specie considerate non primitive sono apparse solo 500 milioni di anni fa circa! La Terra primordiale era abitata solo da microrganismi. Il successivo assunto è ricercare forme di vita legate all'acqua. Questa condizione assottiglia la lista dei possibili luoghi che possono ospitare la vita- la cosiddetta "Zona abitabile" intorno alle stelle, nella quale l'acqua possa essere presente in forma liquida (se la pressione atmosferica è sufficiente).

Analoghi ambienti



Figure 4

Analizzare gli ambienti in termini di capacità di ospitare la vita è tra gli interessi di un settore chiamato Astrobiologia. Gli scienziati studiano aree di corpi celesti per scoprire se la vita possa cominciare o continuare in quei luoghi. Ma è possibile in questo momento trarre conclusioni?

Ciò può essere fatto studiando i cosiddetti ambienti analoghi. Sono essenzialmente ambienti che racchiudono un insieme di condizioni simili alle aree extra-terrestri di interesse.

↑ "Cascate di sangue" presenti nelle valli secche dell' Antartide – un flusso subglaciale ricco in ferro

Le valli secche dell'Antartide (Figura 4) sono considerate essere gli ambienti presenti sulla Terra più simili a Marte e posseggono un range di caratteristiche ritrovate su Marte nel passato e oggi. Possono, quindi, essere considerate un'approssimazione degli ambienti extra-glaciali di Marte.

Un altro analogo degli ambienti presenti su Marte, ma completamente differente dall'Antartide, è il Rio Tinto in Spagna. E' un sistema fluviale altamente acido con acque di colore rosso sangue, costeggiato da depositi rocciosi ricchi di ferro. Questo ambiente si pensa rappresenti ciò che un antico fiume possa aver scavato su Marte. Si pensa inoltre che riproduca le condizioni necessarie per la precipitazione di specifici minerali (per esempio la jarosite) che sono stati trovati su Marte, i quali richiedono per la precipitazione un sistema acido e ricco di ferro.



Figure 4

↑ "Fume Rosso" - Rio Tinto in Spagna.

phys.or

→ Attività: Vita nello spazio?

In questa attività gli studenti inizialmente prenderanno in considerazione quali sono i fattori abiotici da investigare quando si effettuano ricerche sulla vita extra-terrestre e poi ricercheranno le caratteristiche dei differenti ambienti del Sistema Solare. Verranno poi illustrati agli studenti gli organismi estremofili e saranno sollecitati a fare ipotesi su quali di loro potrebbero sopravvivere sugli ambienti da loro precedentemente investigati.

Materiali

- Carte sintetiche disponibili negli allegati 1 e 2, un set per ciascun gruppo.

Esercizio

Si introduce l'idea che forme di vita diverse possono adattarsi e sopravvivere in un range di differenti condizioni ambientali e che vi sono numerosi fattori abiotici che li influenzano.

Dunque, cosa sappiamo della vita aliena? Non è stata ancora trovata nessuna evidenza che esista la vita extra-terrestre, ma gli scienziati sono alla ricerca. La questione è "cosa stanno cercando esattamente" e "dove devono cercare"?

Discutere con gli studenti, facendo loro immaginare che debbano investigare i fattori abiotici sulle lune del sistema Solare o di altri pianeti per ricercare organismi viventi: quali pensano possano essere il più importanti fattori da trovare? Gli studenti possono annotare le loro idee sul quaderno.

Gli studenti potrebbero suggerire per esempio, ossigeno, acqua, temperatura radiazioni, atmosfera. Lavorando a coppie o in piccolo gruppo, chiedere agli studenti di analizzare il set di schede sul Sistema Solare (allegato 1) e discutere su cosa sanno dei luoghi nelle immagini. Gli studenti poi esamineranno le schede per avere informazioni sulle condizioni ambientali di ciascun posto. I parametri specificati sono forniti nella tabella 2

Caratteristiche degli oggetti del Sistema Solare e gli studenti						Tabella 2
Oggetti	Temperature Superficiale (°C)	Pressione Atmosferica (Pa)	Gas atmosferici	Esposizione alle Radiazioni	Campo magnetico?	Accelerazione di gravità (ms ⁻²)
Mercury	-180 to +430	10 ⁻⁷	Tenuous atmosphere with: hydrogen, helium, oxygen, water vapor	Alta	Si	3.7
Venus	470	9.3 x 10 ⁶	Carbon dioxide, nitrogen	Bassa	No	8.87
Earth	-88 to +58	101.3 x 10 ³	nitrogen, oxygen	Bassa	Si	9.81
Moon	-233 to +123	10 ⁻⁷	Tenuous atmosphere with: helium, argon, sodium, hydrogen	Alta	No	1.6
Esterno della International Space Station	-157 to +120	0	-	Alta	-	Microgravità
Marte	-153 to +20	600	Carbon dioxide, nitrogen, argon	Alta	No	3.71
Titano	-179	146.7 x 10 ³	nitrogen, methane	Bassa	No	1.35
Encelado	-201	-	-	Alta	No	0.113

Alcuni di questi ambienti del Sistema Solare sembrano essere molto ostili in confronto alla maggior parte degli ambienti che ospitano la vita sulla Terra. Chiedere agli studenti se conoscono ambienti sulla Terra che siano simili. Suggerimenti possono includere: deserti, Artide/Antartide, sorgenti di acque calde, vulcani, profondità degli oceani.

Alcune forme di vita sulla Terra sono state ritrovate in ambienti estremi del nostro pianeta che nel passato erano considerate inospitali. Queste forme di vita si sono adattate a tollerare condizioni estreme. Quali tipi di organismi sono?

Introdurre gli estremofili. Dare a ciascuna coppia (o piccolo gruppo) un set di carte sintetiche sugli estremofili (Allegato 2). Gli studenti dovrebbero selezionare quali organismi estremofili pensano possano sopravvivere in ognuno degli ambienti descritti nelle carte sintetiche del Sistema Solare. Gli studenti potrebbero anche effettuare ricerche su altri organismi estremofili da aggiungere alla loro ipotesi.

Discutere con gli studenti le loro idee riguardo a quali forme di vita possano vivere in ciascun ambiente del Sistema Solare. Gli studenti dovrebbero dare una spiegazione per le loro scelte basata sulle informazioni di cui sono stati forniti o che hanno ricercato.

Discussione

Deve essere chiarito agli studenti che non è stata raccolta sino ad ora nessuna evidenza di una vita extra-terrestre (inclusi gli estremofili). Scoprire la vita in ambienti estremi sulla Terra e comprendere le condizioni in cui possono sopravvivere può aiutare la ricerca della vita in qualunque altro posto del Sistema Solare e oltre. Gli scienziati possono anche studiare ambienti sulla terra che presentano condizioni simili ad altri ambienti del Sistema Solare, come ad esempio Marte.

Sebbene la vita oltre la Terra non sia ancora stata scoperta, cosa pensano gli studenti che si dovrebbe fare se la vita fosse scoperta? Cosa pensano gli studenti che sia più probabile trovare - vita intelligente o semplicemente piccoli microorganismi? E dove (quale pianeta o luna), pensano che gli scienziati dovrebbero ricercare forme di vita??

Sebbene gli estremofili derivino la loro energia da un'ampia gamma di processi chimici, tutti necessitano di acqua e contengono DNA. Forse forme di vita aliene utilizzano un altro liquido diverso dall'acqua o un'altra molecola che porta l'informazione genetica diversa dal DNA. Solo le missioni spaziali possono dare una risposta.

Discutere con gli studenti le implicazioni che ha per l'umanità inviare navicelle spaziali che possano atterrare in questi ambienti. Ogni missione su altri pianeti, per esempio Marte, ha un protocollo rigido rispetto alla contaminazione – discutere perchè.

Altre domande su cui discutere con gli studenti potrebbero essere:

- E' necessaria l'acqua in forma liquida per lo sviluppo della vita?
- Pensi che esista una vita aliena che non utilizza DNA come molecola informazionale?
- Se fosse trovata vita extra-terrestre , cambierebbe qualcosa?

Questa discussione potrebbe essere ampliata chiedendo agli studenti di pensare ed elencare quali caratteristiche dovrebbero essere ritrovate per poter considerare qualcosa "vivente"(costituito da cellule, con scambi energetici, che cresca e si sviluppi, si riproduca , risponda all'ambiente e sia ad esso adattato).

→ Links

Risorse ESA

ESA classroom resources esa.int/Education/Classroom_resources

Progetti spaziali ESA

The International Space Station

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station

Cassini-Huygens esa.int/Our_Activities/Space_Science/Cassini-Huygens

Rosetta esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta

ExoMars sci.esa.int/mars

CHEOPS

sci.esa.int/cheops PLATO

sci.esa.int/plato

JUICE sci.esa.int/juice

PROSPECT instrument package on Luna-27
exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect

Ulteriori informazioni

Research about exobiology on the International Space Station (including a video)
esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Exobiology

Exobiology and space missions (video)
esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/07/Sentinel-2_an_introduction

Planetary Protection
esa.int/Our_Activities/Space_Science/ExoMars/Planetary_protection

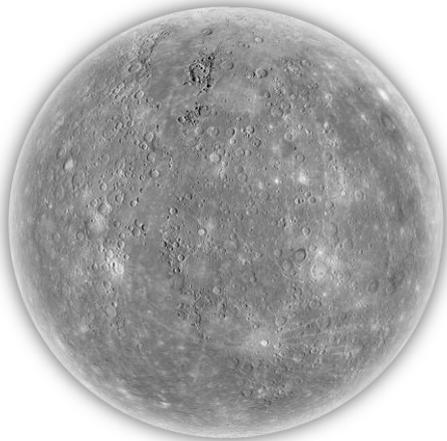
Planetary analogues
esamultimedia.esa.int/docs/gsp/The_Catalogue_of_Planetary_Analogues.pdf

Life in extreme conditions sci.esa.int/home/30550-life-in-extreme-conditions

Understanding the origins of life lunarexploration.esa.int/#/library?a=284

→ Allegato 1: Schede sintetiche del Sistema Solare

Mercurio



Temperatura Superficiale: -180°C to 430°C
Pressione atmosferica: 10^{-7} Pa
Composizione atmosferica: Tenue atmosfera con: idrogeno, elio, ossigeno, vapore acqueo
Radiazione: Alta
Campo magnetico?: Si
Accelerazione di gravità: 3.7 ms^{-2}
Altre informazioni: Nonostante le alte temperature che il pianeta sopporta nell'arco della giornata, potrebbe essere abbastanza freddo nelle profondità dei crateri ai poli da contenere acqua sotto forma di ghiaccio

Marte



temperatura superficiale: -153°C to 20°C
Pressione atmosferica: 600 Pa
Composizione atmosferica: Biossido di Carbonio, azoto, argon
Radiazione: Alta
Campo magnetico?: No
Accelerazione di gravità: 3.7 ms^{-2}
Altre informazioni: Presenta acqua ghiacciata ai poli e nella regione sub-polare è stato individuato un lago di acqua liquida sotto uno strato di ghiaccio e polveri.

Venere

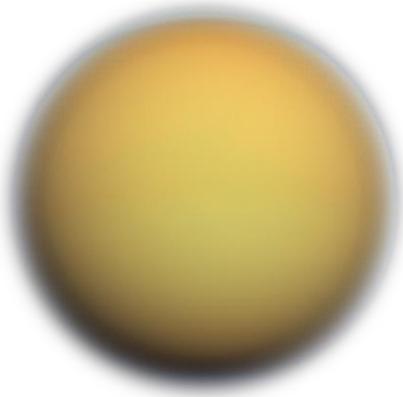
Temperatura superficiale: 470°C
Pressione atmosferica: 9.3 MPa
Composizione atmosferica: biossido di carbonio, azoto
Radiazione: Bassa
Campo magnetico?: No
Accelerazione di gravità: 8.87 ms^{-2}
Altre informazioni: Ha un'atmosfera tossica e pesante quasi interamente fatta da biossido di carbonio. Uno spesso strato di nuvole circonda il pianeta, di cui la parte superiore è costituita da minute goccioline di acido solforico. Sulla superficie la Pressione atmosferica di Venere è più di 90 volte quella terrestre.

Luna



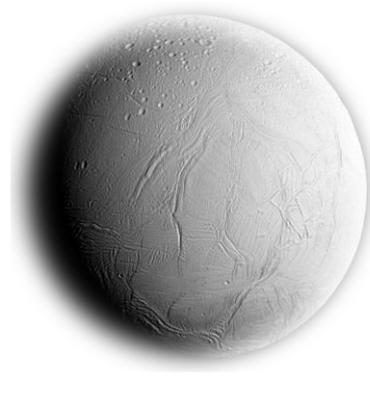
Temperatura superficiale : -233°C to 123°C
Pressione atmosferica: 10^{-7} Pa
Composizione atmosferica: Tenue atmosfera costituita da: elio, argon, sodio, idrogeno
Radiazione: Alta
Campo magnetico?: No
Accelerazione di gravità: 1.6 ms^{-2}
Altre informazioni: L'acqua allo stato liquido non può esistere sulla Luna, ma si ritiene che possa esservi acqua sotto forma di ghiaccio nei crateri permanentemente in ombra ai poli o possa essere intrappolata sotto la superficie.

Titano



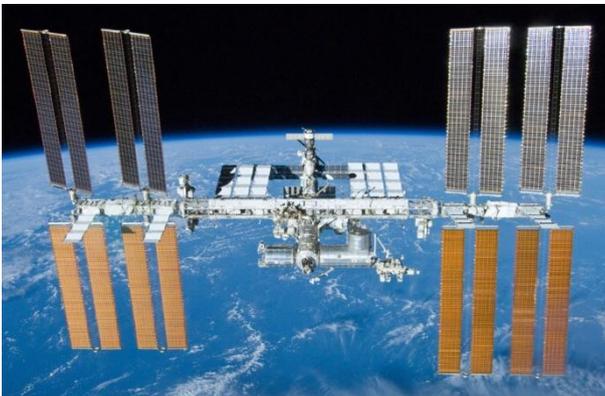
Temperatura superficiale : -179°C
Pressione atmosferica: 146.7 Pa
Composizione atmosferica: Azoto, metano
Radiazione: Bassa
Campo magnetico?: No
Accelerazione di gravità: 1.35 ms⁻²
Altre informazioni: Ha nuvole, pioggia, fiumi, laghi e mari di idrocarburi liquidi, come ad esempio metano ed etano. Sotto uno spesso strato di ghiaccio si ritiene che vi sia un oceano di acqua

Encelado



Temperatura superficiale : -201°C
Pressione atmosferica: -
Composizione atmosferica: -
Radiazione: Alta
Campo magnetico?: No
Accelerazione di gravità: 0.113 ms⁻²
Altre informazioni: Si ritiene che vi siano camini idrotermali che emettono acque ricche di minerali in un oceano che si trova al di sotto della sua superficie ghiacciata.

Stazione Spaziale Internazionale



Temperatura superficiale : -157°C to 120°C
Pressione atmosferica: -
Composizione atmosferica: -
Radiazione: Alta
Campo magnetico?: -
Accelerazione di gravità: Microgravità
Altre informazioni: L'Agenzia Spaziale Europea ha condotto numerosi esperimenti sulla Stazione Spaziale Internazionale e altre missioni per scoprire se organismi possono sopravvivere all'esposizione alle dure condizioni dello spazio.

Terra

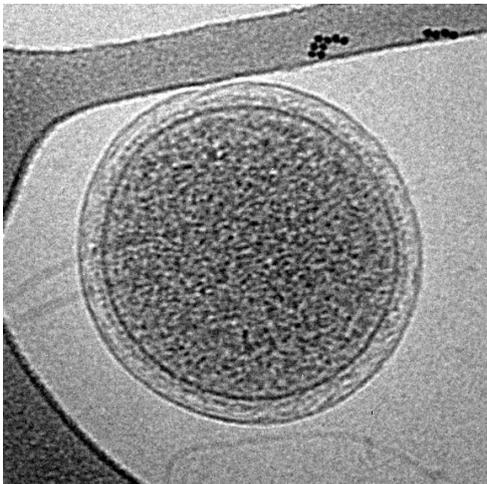


Temperatura superficiale : -88°C to 58°C
Pressione atmosferica: 101.3 kPa
Gas atmosferici: Azoto, ossigeno
Radiazione: Bassa
Campo magnetico: Si
Accelerazione di gravità: 9.81 ms⁻²
Altre informazioni: L'unico pianeta del Sistema Solare di cui si ha certezza che ospiti la vita e che possiede acqua allo stato liquido sulla sua superficie. La maggior parte della superficie terrestre è coperta da acque.

→ Allegato 2: Schede sintetiche sugli Estremofili

Archaeal Richmond Mine acidophilic nanoorganism (ARMAN)

Tipo di estremofilo: acidofilo



- Vive in ambienti acidi tra pH 2 e pH 6.
- E' stato trovato in zone con un range di temperature da 10 - 50°C.
- Trovato sulla Terra negli scarichi di miniere di acidi, originatisi da minerali ricchi di solfuri, per esempio la Richmond Mine in USA e Rio Tinto in Spagna.

Xanthoria elegans

Tipo di estremofilo: psicrofilo



- Ritrovato in molte località della Terra, ma preferisce ambienti freddi, come le foreste boreali della regione Antartica.
- Volato fuori dalla Stazione Spaziale Internazionale per un esperimento, si è dimostrato resistente al vuoto spaziale, ad alte dosi di Radiazioni, ad estremi cambiamenti di temperature e bassa pressione.
- Può crescere fino ad un'ampiezza di 5 cm.

Artemia franciscana

Tipo di estremofilo: psicrofilo



- Crostaceo primitivo.
- Tollera alti e bassi livelli di salinità.
- Le sue uova (note come cisti) possono sopravvivere per 2 anni in condizioni di assenza d'acqua e di ossigeno.
- Trovata nelle acque salate di laghi come il Grande Lago Salato in USA.
- Alcune cisti sono state inviate sulla missione ESA Biopan 2 e si è scoperto che possono resistere ad ambienti con bassa pressione e temperature al di sotto del congelamento.
- Può crescere fino a 11 mm in lunghezza.

Polypedilum vanderplanki

Tipo di estremofilo: xerofilo



- La larva di questo insetto può tollerare riduzione dell'acqua corporea fino al 3%. Trovato in piccole pozze d'acqua tra le rocce in zone aride dell'Africa.
- Le larve sono state esposte all'ambiente spaziale in un esperimento sulla Stazione Spaziale Internazionale. Hanno dimostrato di resistere a temperature estreme, alte dosi di radiazioni e al vuoto.
- Le larve possono raggiungere i 7 mm di lunghezza.

Thermotoga maritima

Tipo di estremofilo: ipertermofilo



- Batterio anaerobio che vive in acque con un range di temperature compreso tra 50° e 90°C.
- Preferisce pH neutro.
- Tipicamente cresce in condizioni di bassa salinità.
- Può vivere e crescere in assenza di ossigeno.
- Trovato in acque calde e sorgenti idrotermali.

Xenophyophorea

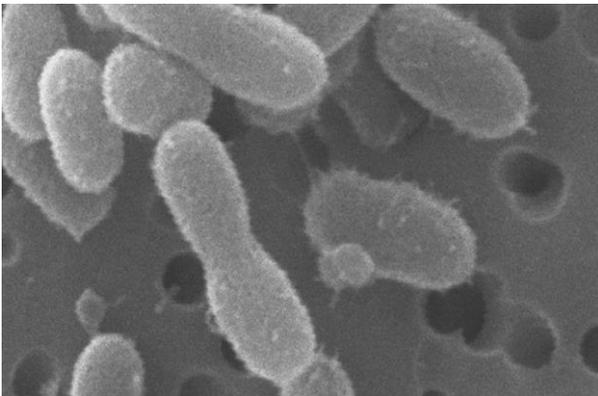
Tipo di estremofilo: piezofilo



- Il più grande organismo unicellulare sulla terra.
- Organismo unicellulare con cellula multinucleata (ha più di un nucleo)
- Può sopravvivere in ambienti con pressioni estreme (1000 volte la Pressione atmosferica).
- Trovato su tutti i fondali oceanici.

Chryseobacterium greenlandensis

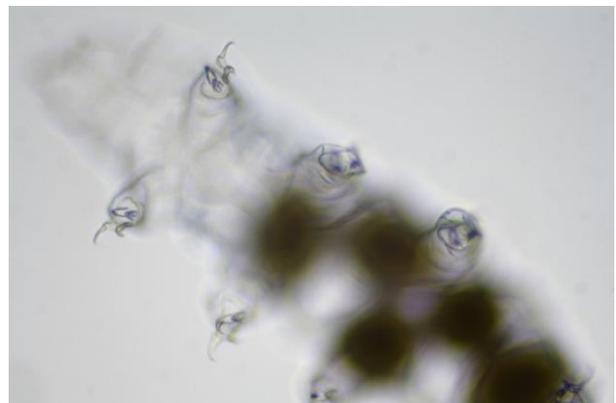
Tipo di estremofilo: psicrofilo



- Batterio ultra piccolo.
- Vive a in temperature comprese tra 1°C e 37°C ma può sopravvivere a temperature molto al di sotto dello zero.
- Resistente a basse temperature, alta pressione and ridotto ossigeno.
- Trovato in una carota di ghiaccio di 120 000 anni fa presa a circa 3 km sotto la superficie di un ghiacciaio della Groenlandia

Tardigradi

Tipo di estremofilo: non considerato un estremofilo



- Piccoli animali comunemente noti come “orsi d’acqua”.
- Capaci di sopravvivere in occasionali condizioni estreme ,
- Possono sopravvivere in uno svariato numero di ambienti estremi: temperature molto basse fino a -200°C; temperature molto alte fino a 150°C; alte dosi di radiazioni; pressioni molto alte and lunghi periodi di condizioni molto secche.
- Possono vivere pressocché ovunque sulla Terra, ma preferiscono ambienti umidi, come ad esempio il fango.
- Sono stati inviati sulla missione ESA Biopan 6 e sono stati capaci di sopravvivere alle dure condizioni dell’ambiente spaziale: cambiamenti di temperatura, elevate radiazioni e bassa pressione, e nel vuoto.