

CREATURE ABISSALI

Silvia Giordano

Docente di matematica e scienze presso una scuola secondaria di I grado, animatrice digitale e Google Trainer certificata

MATERIA: Scienze

DESTINATARI: classi prime della scuola secondaria di primo grado

DURATA COMPLESSIVA: circa 3 ore, anche se i moduli possono essere selezionati e utilizzati in maniera interdipendente, a seconda dell'argomento del programma in cui si inserisce la lezione

OBIETTIVI DELLA LEZIONE: coinvolgere gli studenti con un approccio divertente, interessante ed emozionante in merito ai seguenti argomenti: autotrofia per chemiosintesi; catena alimentare ed ecosistemi in ambienti estremi; simbiosi; evoluzione in ambienti estremi; struttura della Terra; tettonica delle placche

La chemiosintesi

(30 minuti)

Brainstorming per introdurre l'argomento e ripasso dei concetti di autotrofia e catena alimentare

Che cos'è la fotosintesi e in cosa differisce dalla chemiosintesi?

La sintesi del materiale organico grazie all'energia ricavata dalla luce si chiama **fotosintesi**. La sintesi grazie all'energia racchiusa nei legami chimici si definisce invece **chemiosintesi**.

Ma questo cosa significa realmente?

Scopriamolo attraverso un esempio: esistono casi in cui un organismo autotrofo sia costretto a vivere in assenza di luce e quindi non possa eseguire la fotosintesi? Ovviamente sì! Pensiamo al **mare**.

Sott'acqua riusciamo a vedere e questo perché nei primi centimetri sotto il pelo dell'acqua il filtro effettuato sulla radiazione luminosa è davvero scarsamente apprezzabile. Tuttavia è esperienza comune il fatto che quando facciamo un lungo bagno in una giornata di sole, corriamo il rischio di scottarci la

faccia e le spalle, ma non il resto del corpo che risulta quindi, in qualche modo protetto dall'acqua.

Ecco il primo indizio per iniziare a sospettare che l'**acqua** funzioni come un **grande filtro** nei confronti della **radiazione luminosa**, poiché assorbe una parte della radiazione solare che la attraversa. Sotto i primi centimetri di profondità i raggi UV vengono fermati dall'acqua evitando le scottature e, contemporaneamente riducendone l'intensità. A mezzo metro di profondità, l'intensità globale del raggio luminoso risulta dimezzata, mentre oltre i 150 metri ne arriva solo l'uno per cento. I conti sono presto fatti poi se pensiamo alla fotosintesi: per qualsiasi essere vivente che si addentri nelle profondità marine è possibile svolgerla solo entro i primi 100 metri sotto la superficie dell'acqua poiché la lunghezza d'onda utile ad essa non riesce ad arrivare oltre.

Tra i 100 ed i 300 metri c'è ancora luce ma solo di colore blu, quindi non adatta alla fotosintesi, mentre oltre i 300-500 metri c'è sempre più buio, fino a raggiungere il buio più totale a 1000 metri (vedi grafici in [questa](#) presentazione). Risulta quindi chiaro che per gli esseri viventi che vivono tutta la loro vita a grandi profondità la catena alimentare si deve fondare su qualcosa di diverso che sull'autotrofia per fotosintesi: ed ecco spiegata la necessità della chemiosintesi.

Zone marine ad alta profondità (30 minuti)

Approfondimento con articoli e materiali che mostrano le zone marine ad alta profondità

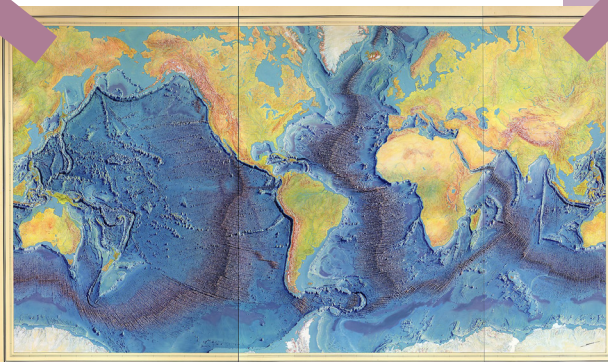
Dove si trovano le zone marine a più alta profondità?

- Esplorea gli abissi del nostro pianeta utilizzando [Google Earth](#).
- Leggi [questo](#) articolo che ci aggiorna sulle ultime scoperte nelle profondità degli oceani.

Marie Tharp e la prima mappa dettagliata degli oceani

Fu una donna, Marie Tharp, a redigere la prima mappa dei fondali oceanici. A lei è stato dedicato anche il nome di un cratere sulla Luna.

- Leggi [questo articolo](#) che racconta la sua storia
- Guarda il video animato [Marie Tharp: Uncovering the Secrets of the Ocean Floor - with Helen Czerski](#)
- Scopri questo [libro](#) illustrato in lingua inglese dedicato a lei.



Mappa del fondale marino disegnata da Tharp con la collaborazione di Heezen, geologo.

© fonte Wikimedia Commons

Le fosse abissali e come sopravviverci (30 minuti)

Descrizione delle fosse abissali tramite un video e un approfondimento

Guarda il video [Viaggio In 3D Alla Scoperta Delle Profondità Oceaniche](#) e scopri come è fatta una fossa abissale.

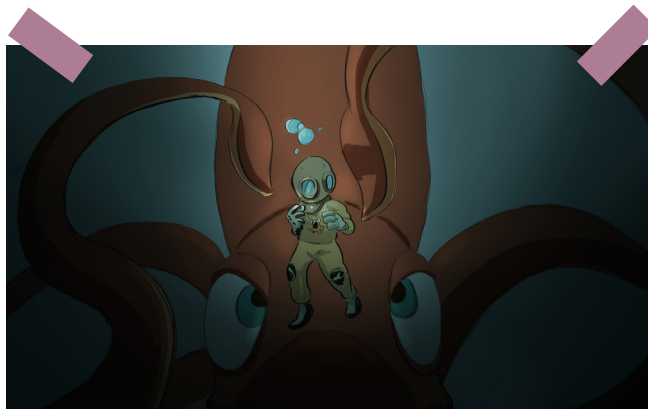
Storicamente, la prima scoperta relativa alle fosse abissali ed ai suoi abitanti avvenne nel 1977, quando una spedizione sottomarina per l'esplorazione dei fondali oceanici scoprì, ad una profondità di oltre 2000 metri, un **brulicare inaspettato** di vita (bivalvi, granchi, lumache marine, vermi...) e delle temperature anomalmamente "calde": l'acqua sgorga dai camini abissali a temperature di circa 400 gradi e si tuffa in un ambiente che normalmente non supera i 3°C, riscaldandola parzialmente.

Le ipotesi che gli scienziati fecero su come questa incredibile comunità animale sopravvivesse furono diverse, ma alla fine fu chiaro che alla base della catena alimentare di queste comunità abissali ci fosse la **chemiosintesi**, cioè un processo che usa l'energia rilasciata da una reazione chimica (anziché dal Sole) per poter assemblare la materia organica che serve alla sopravvivenza.

Con questa nuova modalità autotrofa, infatti, la vita non dipende più dalla presenza della radiazione luminosa: è sufficiente avere a disposizione quell'acqua calda, ricchissima in minerali e composti dello zolfo, che sul fondo dell'oceano esce dai camini abissali.

In particolare è l'energia rilasciata dalle molecole contenenti zolfo che viene utilizzata da questi esseri viventi per poter assemblare gli atomi di carbonio, idrogeno ed ossigeno al fine di ottenere il glucosio, molecola organica che è alla base di tutta la vita terrestre – per come oggi la conosciamo.

Questa estrazione di energia dai composti dello zolfo è l'anima della chemiosintesi ed è effettuata da minuscoli esseri viventi: i **batteri chemiosintetici**, lontani parenti dei batteri nitrificanti presenti nel nostro suolo. Ad oggi sono noti diversi tipi di chemiosintesi, che si basano su diversi tipi di composti come zolfo, ferro, metano e manganese. Insomma, questi batteri chemiosintetici che si nutrono di zolfo (solfobatteri) sono l'**equivalente abissale delle nostre piante**: è solo grazie a loro che la vita è possibile in un ambiente così buio, freddo e inospitale.



© Dire, fare, insegnare

Cosa ci fa lo zolfo sul fondo dell'oceano?

(30 minuti)

Approfondimento sulle caratteristiche geologiche del nostro pianeta

In corrispondenza di queste oasi di vita, infatti, furono osservate delle strutture molto particolari chiamate camini o sorgenti idrotermali abissali, che si formano solo in zone vulcanicamente attive come le **dorsali oceaniche**, le **zone di subduzione delle placche** o gli **hot spot**. Anche detti "**camini vulcanici sottomarini**", sono spaccature del fondale marino dalle quali fuoriescono acqua calda e un mix di varie sostanze, come **anidride carbonica**, **calcio**, **berio**, **zolfo**.

Questi minerali, provenienti dalle rocce del fondale marino e disciolti grazie a temperature altissime delle acque sotto di esso, riscaldate dal magma sottostante possono raggiungere i 400°C, escono sotto forma di fumo da queste spaccature e non appena si trovano a contatto con l'acqua oceanica solidificano, formando dei depositi a forma di camino, le fumarole o camini abissali. Si forma così una sorgente idrotermale subacquea, attorno e sopra cui abitano questi batteri. Lo zolfo che ne esce è l'elemento che dà origine a composti puzzolenti. Viene direttamente dalle profondità della Terra e rappresenta l'elemento inorganico base dai cui composti ricavano energia i produttori primari che stanno alla base della catena alimentare abissale.

In pratica, si può pensare che l'energia presente in questi composti contenenti zolfo sia energia proveniente direttamente del nucleo incandescente del nostro pianeta, rinchiusa, sotto forma di energia chimica, dentro ai legami presenti in queste molecole: come il Sole, quindi, una energia quasi infinita.

Creature abissali ed altre mostruosità

(45 minuti)

Alla scoperta degli esseri viventi non autotrofi che vivono negli abissi e dei loro adattamenti incredibili a queste condizioni estreme di vita

- Guarda il video [Galápagos Rift 2011: New Hydrothermal Vent Discovered](#).
- Con il docente approfondisci le seguenti creature delle profondità abissali

1. ***Riftia pachyptila***, detti anche vermi tubicoli, sembrano piante ma sono in realtà veri e propri anellidi che vivono in simbiosi con i solfobatteri, proteggendoli e fornendo loro i composti dello zolfo che necessitano per la chemiosintesi,



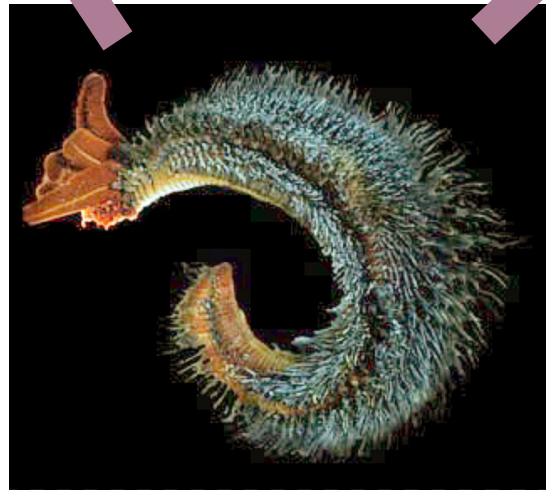
Riftia pachyptila

© fonte Wikimedia Commons

e al contempo guadagnandosi così lo zucchero (glucosio) che essi producono in grande quantità e che è alla base dell'alimentazione di questi vermi, i quali non si disturbano neanche ad avere un apparato digerente: semplicemente, nella zona rossa all'estremità del loro corpo ospitano i solfobatteri e da essi assorbono direttamente il "cibo" di cui si nutrono.

2. ***Calyptogena magnifica*** è una specie di vongola bivalve gigante, che vive nelle vicinanze dei camini e sulle cui branchie ospita i solfobatteri, i quali la riforniscono dei composti del carbonio che essi producono per chemiosintesi.

3. ***Alvinella pompejana*** è un animale dal nome piuttosto iconico: "Alvin" come il sottomarino della spedizione che la scoprì, nel 1977, e "Pompei" per analogia con il vulcano addossato a cui vive. È un buffo verme, che può essere lungo fino a 15 cm, e che ha un aspetto "filamentoso" dal momento che sul suo corpo vivono e si aggregano enormi colonie batteriche che prendono proprio l'aspetto di filamenti; esse agiscono anche come isolante termico per questo verme, che vive nascosto dentro a piccoli tubi scavati direttamente sulla roccia del fondale oceanico. La sua estremità posteriore, che aderisce alla caldissima roccia vulcanica, è a contatto con acqua ad alta temperatura (80°C) mentre la testa, che sporge dal tubo con un ciuffo di branchie si trova a temperature ben più moderate (22°C). Puoi guardarla nel video [Weird and wonderful: Some worms like it hot](#).



Alvinella pompejana

© fonte Wikimedia Commons

4. ***Kiwa hirsuta*** è un piccolo granchio bianco, peloso e cieco che vive ammassato in gruppi numerosissimi nei dintorni delle fumarole oceaniche: soprannominato *Yeti Crab* e famosissimo tra i bambini per essere un personaggio del cartone SpongeBob SquarePants, è ben visibile in [questo](#) video e in [questo](#) poster in inglese. Le sue chele sono ricoperte di strutture simili ai peli, in cui alleva i batteri di cui poi si nutre; vive nelle vicinanze dei camini abissali, in una ristretta area in cui la temperatura non è eccessivamente calda né eccessivamente fredda.



Kiwa hirsuta

© fonte Wikimedia Commons

Gli *Yeti Crab* possono essere minuscoli o grandi, tra (1 e 15 cm), riescono a stare fino in 700 dentro a un metro quadro di superficie: un popolosissimo condominio.

5. ***Chrysomallon squamiferum*** è un ulteriore abitante di questi camini abissali davvero degno di nota: una lumaca metallica che puoi vedere in questa bellissima galleria: [The Scaly-Foot Snail Is The Only Creature Known To Incorporate Iron In Its Skeleton](#). Anche questa lumaca sopravvive grazie ai batteri che vivono sul suo corpo, anzi in questo caso proprio dentro e per la precisione nel suo esofago. Qui i batteri trovano protezione dall'ambiente esterno e ricambiano il favore producendo la materia organica di cui questa lumaca ha bisogno per vivere. Ma la sua particolarità è un'altra: il suo guscio, che appare di colore nero, è composto da tre strati diversi di cui l'ultimo e più esterno è formato da un composto del ferro (solfuro di ferro). Sì, avete capito bene: queste lumache sono corazzate, un po' come i cavalieri medievali, ed anche il loro piede, la parte morbida con cui si muovono strisciando sul fondo dell'oceano, è metallizzata, essendo ricoperta di minuscole placche metalliche sovrapposte come in una vera e propria armatura. Gli scienziati non sono ben sicuri della funzione di questa incredibile armatura di ferro, che potrebbe servirle come protezione dai predatori o dalla enorme pressione dei più di 2000 metri di acqua sotto cui vive, ma potrebbe anche avere una funzione di deposito di composti tossici (come lo zolfo che esce dalle fumarole); è comunque l'unico animale sulla faccia della Terra capace di incorporare metalli, come il ferro, nel suo scheletro. Quasi un piccolo Wolverine!



Chrysomallon squamiferum

© fonte Wikimedia Commons

In realtà, se riuscissimo a spingere lo sguardo negli abissi oltre queste fumarole, avremmo solo l'imbarazzo della scelta: esistono davvero moltissimi animali strani, unici ed evolutivamente incredibili.

- Leggi [questo](#) articolo di Focus Junior per ulteriori approfondimenti.

Sitografia:

<https://www.treccani.it>

<https://www.britannica.com/>

<https://oceanexplorer.noaa.gov/>

<https://www.sciencefocus.com/>

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-15522-3>