

A scuola di astrobiologia – Parte 1

Da moltissimo tempo, gli esseri umani si interrogano sulla possibilità che esistano forme di vita extraterrestri.

Mossi dalla stessa curiosità un gruppo di alunni delle classi quarte del Liceo Scientifico e Linguistico di Ceccano coordinati dalle professoresse Laura Vardé, docente di Scienze Naturali e Maria Rosaria Di Salvatore, docente di Matematica e Fisica ha deciso di interessarsi all'astrobiologia: la disciplina che si occupa di investigare le origini della vita e la possibilità di vita extraterrestre.

Per testare la possibilità di vita oltre la Terra gli alunni hanno partecipato all'attività sperimentale (svoltasi nei laboratori di Astrobiologia dell'Università degli studi di Tor Vergata di Roma ed in collaborazione con l'ESA – Agenzia Spaziale Europea), per verificare la capacità di un ceppo di cianobatteri estremofili terrestri di tollerare l'ambiente spaziale e marziano in bassa orbita terrestre.

Il lavoro svolto ha inquadrato dal punto di vista culturale e formativo la questione dell'origine della vita attraverso un approccio multidisciplinare investigando alcuni aspetti astrofisici e biochimici e prediligendo una didattica di tipo laboratoriale. Un'occasione unica per gli studenti liceali quella di cimentarsi nell'applicazione di tecniche di biologia molecolare sul genoma batterico qual la PCR (Polymerase chain Reaction: la reazione a catena della polimerasi) e il fingerprint genomico, nonché occasione di utilizzare il microscopio confocale a fluorescenza.

Le origini della vita – ipotesi.

Gli alunni hanno effettuato ricerche per spiegare l'origine della vita e si sono documentati sulle due teorie attualmente più accreditate: l'evoluzione chimica della vita e la litopanspermia. Partendo dallo studio delle caratteristiche geologiche e climatiche della terra presenti circa 4 miliardi di anni fa e sui cambiamenti subiti successivamente, proseguendo con l'analisi degli elementi chimici che costituiscono gli organismi viventi in particolare, gli studenti si sono soffermati sulla ragione per cui la vita sia centrata sul carbonio e non su un altro elemento chimico come ad esempio il silicio (che presenta caratteristiche chimiche simili al carbonio).

Gli studenti hanno poi riflettuto sull'evoluzione prebiotica della vita: sull'ipotesi che dall'aggregazione di molecole lipidiche – in prossimità delle bocche vulcaniche, negli oceani primordiali – si siano formate delle strutture in grado di autorigenerarsi e da queste si sia poi evoluta la vita sotto forma di cellule procarioti.

La seconda ipotesi (litopanspermia) sostiene invece che la vita potrebbe esserci stata consegnata milioni di anni fa a bordo di un meteorite, come

suggerirebbero le analisi effettuate sul meteorite ALH84001, proveniente dal pianeta Marte e rinvenuto in Antartide nel 1984. In ogni caso, le più antiche forme di vita rinvenute sulla Terra sono gli stromatoliti, dei fossili del Precambiano molto simili ai moderni cianobatteri. Si tratta di microrganismi che, grazie alla fotosintesi ossigenica, liberarono ossigeno a sufficienza da costituire un vantaggio per l'evoluzione della vita e della natura fisica del nostro pianeta. E' proprio nella capacità di questi microrganismi di vivere in ambienti terrestri proibitivi (simili all'ambiente spaziale e marziano) per qualsiasi altra forma di vita che va ricercata la possibilità di vita extraterrestre. Le attività in laboratorio.

L'obiettivo dell'attività sperimentale è stato verificare, attraverso una simulazione in bassa orbita terrestre, se i cianobatteri (abituati a vivere in ambienti terrestri estremi) possono tollerare l'ambiente spaziale o marziano.

Le simulazioni sono state realizzate collocando i cianobatteri estremofili – appartenenti al genere *Chroococcidiopsis*, isolati dal deserto del Negev (Israele), considerato un ambiente analogo a Marte – in uno speciale contenitore dell'Agenzia Spaziale Europea, Expose, collocato all'esterno della Stazione Spaziale Internazionale. I cianobatteri utilizzati, isolati da un campione di roccia e coltivati, fanno parte della Collezione di Microorganismi di Ambienti Estremi (Culture Collection of Microorganisms from Extreme Environments – CCME) del laboratorio di Astrobiologia dell'Università "Tor Vergata" di Roma.

Negli esperimenti eseguiti sono state utilizzate sia le cellule cresciute in forma planctonica che in forma di biofilm per testare la loro diversa suscettibilità all'ambiente spaziale dal momento che, è risaputo, i biofilm batterici (formati da una sorta di pellicola costituita da cellule batteriche aderente al terreno di coltura) sono particolarmente resistenti agli stress abiotici.

I biofilm sono, infatti, le forme più tenaci e antiche di vita terrestre. Le cellule batteriche invece sono state utilizzate in forma essiccata in considerazione del fatto che il vuoto dell'ambiente spaziale induce il disseccamento.

Prima della missione, iniziata la notte del 23 luglio 2014 con il lancio del cargo Progress 56 dal cosmodromo di Baikonur, sono stati condotti degli studi in condizioni simulate presso il DLR di Colonia. Gli alunni hanno seguito le sperimentazioni condotte a terra su dei cianobatteri desertici nell'ambito del progetto BOSS (Biofilm Organism Surfing Space).

Laboratorio 1:

valutazione del danno indotto al DNA genomico dei cianobatteri dalle radiazioni UVC (245nm)

Il danno indotto al DNA è stato analizzato mediante il "fingerprint genomico" ossia attraverso la determinazione dell'impronta genetica dei cianobatteri. A tale scopo è stata determinata e confrontata l'impronta genetica di batteri esposti a radiazioni UV e batteri non esposti. L'induzione di radiazioni, come nel caso di Chroococcidiopsis, provoca delle modificazioni nel DNA dell'organismo risultante nella modificazione dell'impronta genetica dello stesso. Il tipo di modifica che si rileva è la formazione di un legame covalente tra due timine consecutive a formare un "dimero di timina": una grave lesione del DNA che ne altera l'informazione genetica e che ha come conseguenza l'inibizione della replicazione cellulare.

Tuttavia, questi estremofili nella forma dissecata e ametabolica dispongono di efficienti proteine del riparo del DNA in grado di risolvere il danno indotto durante l'esposizione alle radiazioni UVC.

Laboratorio 2:

valutazione della capacità dei Cianobatteri di riparare il danno indotto dalle radiazioni

La capacità di Chroococcidiopsis di riparare il danno indotto dalle radiazioni e andare incontro a divisione cellulare è stata testata utilizzando il "colony forming ability test".

Dopo reidratazione e semina su un terreno di coltura solido, i batteri hanno formato colonie di cellule: i risultati del nostro esperimento hanno dunque mostrato che i batteri sono stati in grado di riparare il danno al DNA.

Laboratorio 3:

valutazione del danno alla membrana cellulare provocata dalle radiazioni UVC.

Nella terza attività laboratoriale è stato valutato il danno alla membrana cellulare (un involucro formato da lipidi e proteine che circonda il citoplasma della cellula separandolo dall'ambiente esterno) provocata dalle radiazioni UV.

Le caratteristiche chimico-fisiche della membrana sono responsabili della gran parte delle sue funzioni e nella membrana citoplasmatica dei cianobatteri sono presenti le membrane tilacoidali sede dell'apparato fotosintetico.

Per valutare i danni a questa struttura subcellulare è stato utilizzato il microscopio confocale laser a scansione: un particolare microscopio che utilizza come fonte luminosa la luce laser, consente di osservare le immagini in 3D ed al tempo stesso permette di evidenziare la fluorescenza (la luce che le molecole emettono dopo aver assorbito un determinato tipo di radiazione luminosa) emessa da determinate molecole come quelle del sistema fotosintetico.

Il tipo di fluorescenza osservata ha evidenziato che la membrana cellulare ha subito alterazioni sia delle caratteristiche chimico-fisiche sia danni all'apparato fotosintetico.

In conclusione, gli esperimenti hanno dimostrato la tenacia dei cianobatteri e la loro possibilità di sopravvivere all'ambiente spaziale, alimentando così la speranza che forse non siamo soli nell'Universo.

video 1 – [L'origine della vita](#)

video 2 – [La vita oltre la terra](#)

video 3 – [Esperimenti di astrobiologia](#)

Laura Vardè e M. Rosaria Di Salvatore