



Inquinamento da metalli pesanti dalle acque ai fondali: comprendere il fenomeno in laboratorio con attività microsperimentale e relativa didattica

Premessa

Questa tematica svolta nella disciplina di biologia e microbiologia della classe terza sez. B del nostro Istituto tecnico ITAS di Reggio Calabria, si inserisce nel primo modulo della programmazione riguardante le norme di sicurezza e la gestione dei rifiuti, in accordo con le linee guida ministeriali, per l'indirizzo biotecnologico. Con quattro ore settimanali di cui due previste per le attività pratiche di laboratorio, mi ero proposto di trattare questo argomento in forma microsperimentale sia per la fattibilità, sia per il ruolo didattico dell'esperienza, che nella pratica trova il massimo contatto tra mondo reale e conoscenze multidisciplinari, acquisendo così un ruolo importante nell'epistemologia didattica delle scienze.

Introduzione

L'inquinamento delle acque da parte dei metalli pesanti era conosciuto sperimentalmente sin dai tempi antichi, solo oggi però si sa che questi tendono a rilasciare nei liquidi ioni che interferiscono con gli enzimi e il relativo metabolismo dei viventi. Sin dalla fine dell'800 con l'era industriale, l'acqua era usata per raffreddare i manufatti metallici creando col tempo problematiche alle falde acquifere; situazione peggiorata per i fiumi e i mari, dagli anni sessanta in poi con le innovazioni siderurgiche e chimiche. Solo recentemente però, il problema è stato monitorato in quanto collegato soprattutto alla catena alimentare umana e di tutti gli esseri viventi, accumulandosi nei tessuti e in minima parte legato al recupero delle sabbie per la ricostruzione delle spiagge, il

cosiddetto ripascimento.

Obiettivi

Trattandosi di una attività pratica di laboratorio, i discenti dovevano focalizzare i concetti teorici maturati nel percorso scolastico per poi applicarli nell'esperienza specifica; spaziando ovviamente dalla chimica, alla fisica e infine alla biologia, dove evidenziavano l'inibizione microbiologica sperimentalmente.

Metodologia

Di fronte a questa tipologia di esperienza venivano richiamate le conoscenze apprese nel biennio: dalla fisica i concetti di materia ed energia, dalla chimica la struttura degli atomi, molecole e la formazione dei sali, mentre dalle scienze naturali l'insieme della materia e degli esseri viventi come perfetto sistema di coesione; la metodica della lezione frontale improntata sull'esame dei dati evidenziati nelle varie fasi sperimentali e il relativo commento all'interno della classe finiva per fornire ad ogni alunno, una padronanza nella logica scientifica essenziale per l'apprendimento intuitivo, richiesta da queste esperienze pratiche, guidati dall'insegnante tecnico pratico e dal sottoscritto.

Strumenti

Ci si avvaleva delle apparecchiature del laboratorio di microbiologia quali microscopio, bilancia, agitatore, vetreria, reagenti chimici e i sussidi informatici per la digitalizzazione dei vari fotogrammi a disposizione nel plesso scolastico.

Materiali

Mantenendosi fedeli al modulo proposto si era rivalutato l'uso di oggetti di rifiuto e riciclabili: per la parte metallica fili di rame, stagno e lamine di piombo; mentre l'alimentatore a basso voltaggio in disuso, era lo strumento elettrico utile a dissolvere i tre metalli oggetto della sperimentazione, in tre distinte soluzioni di acqua e sale secondo un processo elettrolitico. I risultati simulavano così l'effetto delle correnti passive nelle apparecchiature domestiche, strumentali e delle industrie nel settore produttivo.

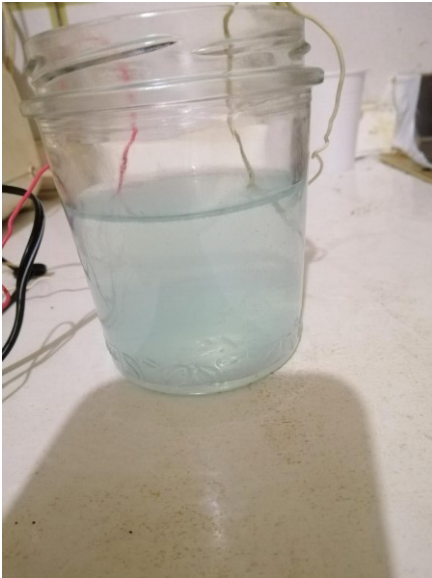
Piano esecutivo

Schematicamente veniva diviso in tre fasi, la prima prevedeva la dissoluzione dei tre metalli rame, stagno e piombo in distinti contenitori con elettrolisi, la seconda, la raccolta, la solubilizzazione e la cristallizzazione dei singoli metalli mentre la terza, trattava le prove biologiche inibitorie su colture di microbi. Pertanto si iniziava dal rame con due fili dal diametro consistente e collegati ai rispettivi poli, positivo e negativo dell'alimentatore, disposti in un recipiente come il beker, e parzialmente immersi in una soluzione data da 20gr. Di NaCl (sale comune) in 300cc di acqua distillata come illustrato:

La soluzione trasparente all'inizio



La soluzione azzurrognola per il rame dissolto.



La scelta del sale era motivata dal fatto che non si liberavano nel microambiente gas pericolosi durante le trasformazioni, Il processo elettrochimico, portava al graduale dissolvimento del rame osservabile in diretta e spettacolare nell'insieme: man mano che si procedeva la soluzione da trasparente si scuriva totalmente dopo tre ore; staccando l'alimentatore questa decantava e si formava uno strato consistente di deposito giallognolo tipico delle soluzioni rameose combinate col sale; mentre nel secondo contenitore applicando lamine di piombo si presentava di color marrone, grigiastro invece usando lo stagno.

Grande dissoluzione del rame opacizza la soluzione



Chimicamente erano sali e ossidi fortemente idratati che sottoposti a due o più trattamenti potevano essere pesati, quantificando così il lavoro elettrochimico svolto, come appare dai fotogrammi allegati che concludevano la prima fase.

Da 0,58gr. di rame dissolto si notava tanto deposito



Si procedeva quindi con la filtrazione trattenendo i singoli precipitati, il liquido ricavato contenente il sale e

molti ioni dei tre metalli in esame, veniva escluso valutando solamente i depositi il vero oggetto della ricerca, attuato con il lavaggio, le pesate e l'essiccazione come appare dai fotogrammi riportati.

Dal rame si ottenevano nonostante l'intensa colorazione del liquido, solo 0.58 g dissolti, 0.88 per il piombo e 0.035 per lo stagno. Oggi questi materiali che finiscono nei fondali dei fiumi e poi dei mari, mossi dalle acque tornano solubili almeno in parte, pertanto, nel nostro laboratorio, simulando il loro scioglimento nell'ambiente dei fondali si sottoponeva ciascuno dei tre depositi, all'ebollizione per circa un'ora in 200cc di acqua distillata. Le quantità proposte di 0,02 g per rame e piombo e di 0.035 di stagno, ci offrivano tre liquidi che permettevano di calcolare sia il loro singolo potere inibitorio sui microbi, sia il riconoscimento dei loro cristalli al microscopio.



Deposito secco del piombo ottenuto dopo filtrazione

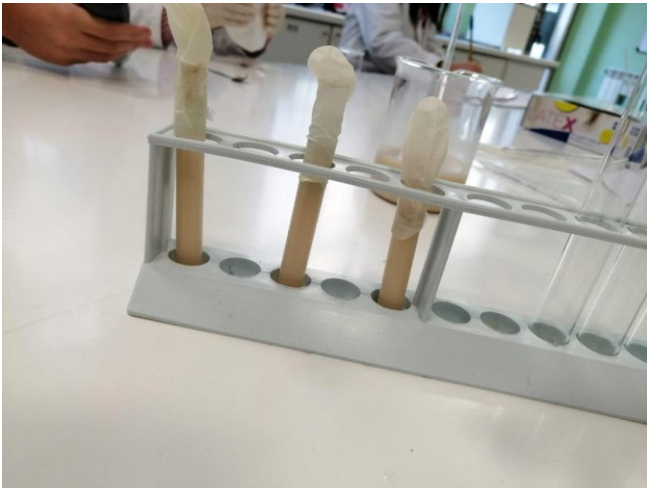


Deposito secco dello stagno essiccatosi nella filtrazione



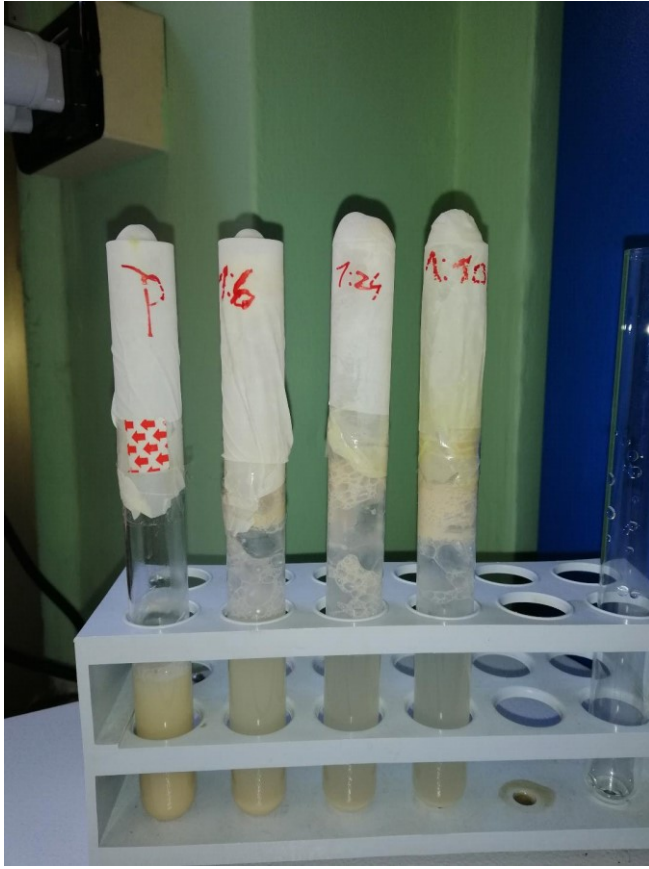
Deposito secco del rame dopo lavaggio e filtrazione

Nell'affrontare l'inibizione microbica si ricercava un modello ben evidente e di facile comprensione, come quello offerto dalle colture di lievito in fase acquosa che sviluppavano subito anidride carbonica, in presenza di saccarosio il comune zucchero da cucina. Si trattava di un processo fermentativo in anaerobiosi, che non richiedeva quindi ossigeno, cioè un sistema chiuso come una piccola provetta, dove questo gas produceva una dilatazione, gonfiando un semplice palloncino posto alla sommità della provetta stessa, come rappresentato dalle immagini riportate. Si comprendeva che se la fase acquosa avesse contenuto tracce di una dei liquidi ricavati dai depositi metallici succitati, avrebbe potuto bloccare i normali processi fermentativi. Sperimentalmente, con opportune diluizioni si otteneva così il valore della concentrazione inibente per i tre casi:

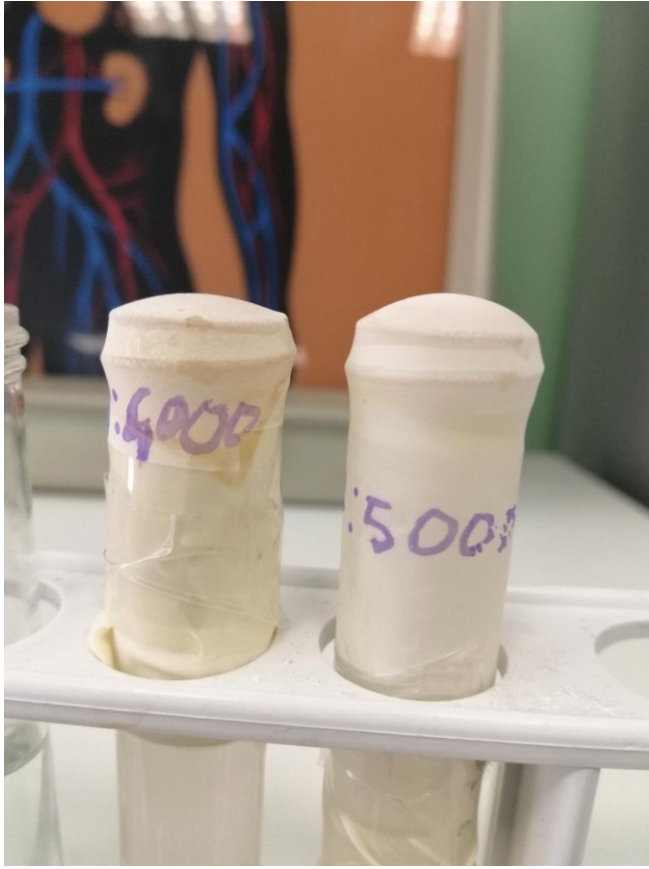


Varie diluizioni del rame

effetti inibitori degli ioni del Cu (rame): a sinistra nella provetta con diluizione di 1 a 5000 la fermentazione continua, come si nota dal notevole rigonfiamento del palloncino; a destra invece la diluizione di 1 a 2000 ha bloccato l'intero processo, mentre nella provetta centrale il rapporto 1 a 4000 procede lentamente, anche dopo 300 minuti.



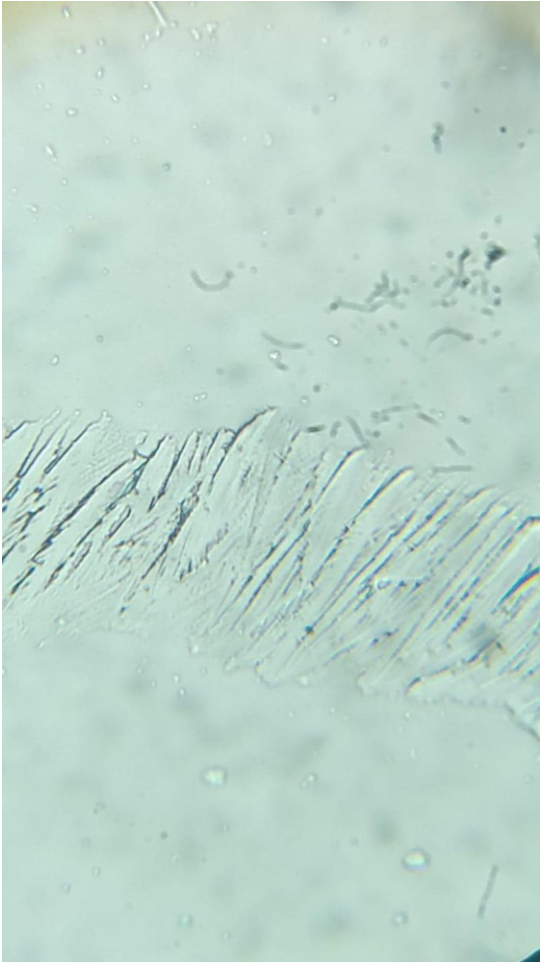
Varie diluizioni del piombo (Pb): a destra la diluizione nella provetta di 1 a 5000 non presenta inibizione, dopo 300 minuti, lo stesso per la precedente 1 a 2400, ottimi segni di inibizione nella provetta a sinistra con diluizione di 1 a 1000 e praticamente totali nell'ultima 1 a 600; la differenza con il rame è che il piombo inibisce maggiormente gli enzimi endocellulari, mentre i lieviti essendo funghi vegetano sfruttando gli enzimi esocellulari.



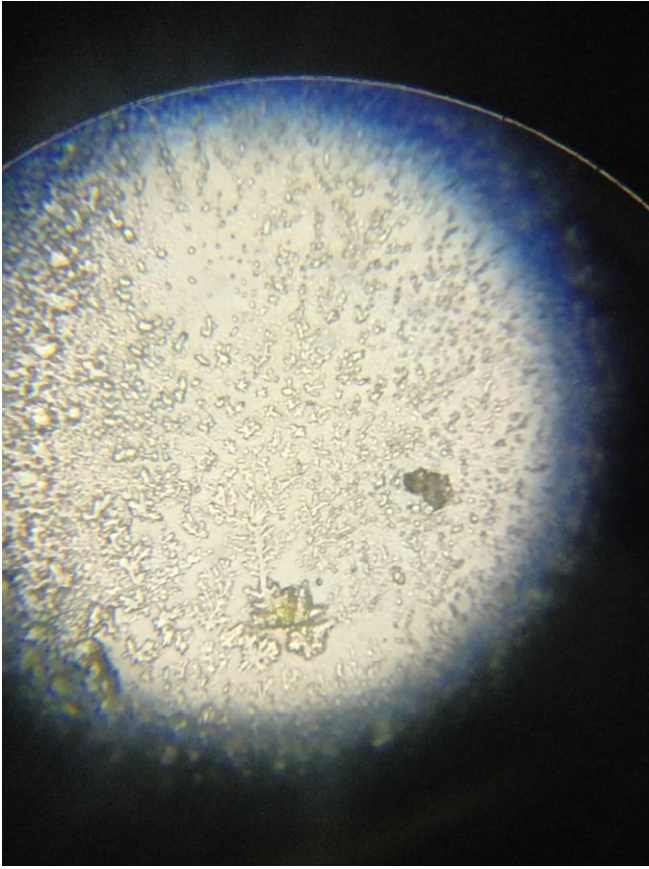
Due diluizioni con lo stagno (Sn):

rispetto al rame e al piombo la quantità dissolta è risultata quasi doppia, pertanto non sorprende che gli effetti inibitori siano maggiori, il limite come evidente è di 1 a 4000, dopo 300 minuti.

Tenendo conto delle diluizioni si concludeva questa delicata fase con i relativi calcoli che delineavano per il rame di 0.045gr /l, per il piombo 0.90gr/l e per lo stagno 0.040. Chiaramente si trattava di alti valori che andavano a inibire nell'immediato e ben diversi dai limiti di tossigenicità o di cancerogenicità tipici di cellule tissutali, più complesse e dove andrebbero considerati diversi fattori a partire dall'accumulo dei metalli stessi. I lavori terminavano con l'isolamento dei cristalli ottenute sui vetrini dopo curata evaporazione:



Cristalli del rame



Cristalli dello stagno



Cristalli del piombo

Risultati attesi

Tutte le attività si sono concretizzate anche grazie a precedenti sperimentazioni condotte con gli alunni degli anni passati, solo però con questa classe siamo riusciti finalmente a concretizzare le sequenze lavorative da tempo maturate e semplicemente riproposte rispettando i brevi tempi di esecuzione offerti dall'orario scolastico. Raccogliemmo dati importanti collaborando con il docente di chimica dell'attuale 4^A ex 3^A, con cui avevamo svolto alcune parti comuni a questo progetto e durante l'anno, affrontammo in altri ambiti l'inibizione microbica. L'argomento discretamente vasto poteva offrire altre interessanti prospettive sperimentali di laboratorio su cui riflettere nella stesura della programmazione.

Valutazioni

Tutte le fasi esecutive per concretizzarsi richiedettero più tempo di quello inizialmente stabilito, errori e sbagli involontari, necessitavano talvolta della ripetizione dei vari processi, ma finivano per dimostrare creatività nei discenti che, a distanza di tempo sapevano riproporre correttamente tutti i lavori. Frutto questo di una loro forte tendenza, alla componente sperimentale della conoscenza, essenziale per un approccio con le

biotecnologie, tipico dell'indirizzo di studi, scelto da questi giovani.

Ringraziamenti

Avendo ideato questo progetto per poter passare alle fasi realizzative ho trovato appoggio e condivisione inizialmente con il prof. Frazzetta G., docente di chimica e successivamente con la prof.sa Cama G., Itp di microbiologia e l'assistente tecnico Familiari M, collaboratori attenti alla guida degli studenti.

Riferimenti

Greenreport.it - Epicentro-ISS.T - QuiFinanza.it - ARPAT Toscana - Lenntech.it

Il coordinatore prof. Giuggia Stefano