

BIOTECNOLOGIE NEI LICEI: UN CORSO CON MOODLE CHE PARTE DA UN CONTESTO DI INQUINAMENTO AMBIENTALE

Giovanni Guarguaglini, Daniela Amendola, Cristina Miceli

Scuola di Bioscienze e Medicina Veterinaria, Università di Camerino
{giovanni.guarguaglini, daniela.amendola, cristina.miceli}@unicam.it

— FULL PAPER —

ARGOMENTO: Istruzione secondaria

Abstract

L'insegnamento delle Biotechnologie si è inserito nel curriculum delle classi quinte dei Licei recentemente, entrando a far parte delle discipline STS (*Science Technology and Society* - Scienza, tecnologia e società-). Per aiutare gli insegnanti ad affrontare questi temi, dato che molti si trovano in difficoltà per la carenza di conoscenze specifiche, abbiamo costruito un corso *online* sulle Biotechnologie su piattaforma Moodle, da utilizzare in *blended learning* nelle classi quinte dei Licei, seguendo le indicazioni dell'approccio didattico basato sul contesto (CBL, *Context Based Learning*). Inoltre, per introdurre gli studenti al mondo della ricerca scientifica, abbiamo utilizzato due pubblicazioni originali con lo scopo di analizzarne la struttura e la funzione. Il corso è stato testato con l'obiettivo di valutarne l'applicabilità.

Keywords – Biotechnologie, ICT, STS, Moodle, CBL

1 LA SPERIMENTAZIONE

Il corso è stato sperimentato in due anni consecutivi (2017/2018 e 2018/2019) nelle classi quinte del Liceo Scientifico dell'IIS "Carducci-Volta-Pacinotti" di Piombino (LI). Dopo la costruzione del corso è stata effettuata un'indagine pilota su due classi (36 alunni in totale) con due diverse docenti. Una volta raccolti ed analizzati i dati sulle percezioni del corso e sui risultati di apprendimento, abbiamo effettuato delle modifiche e testato definitivamente il corso l'anno successivo su tutte e 4 classi quinte (60 alunni) seguite da due docenti, una delle quali già coinvolta nel test pilota.

2 APPRENDIMENTO BASATO SU CONTESTO

La caratteristica centrale del CBL è l'uso di contesti realistici, rilevanti e riconoscibili, come punto di partenza e di ancoraggio per l'apprendimento delle Scienze, in modo da permettere agli studenti di dare significato al contenuto: fenomeni della vita quotidiana, situazioni e attività scientifiche autentiche, o dilemmi e discussioni sociali sono esempi adatti [1]. Siamo partiti quindi da una reale problematica locale: l'inquinamento e la necessaria bonifica da metalli pesanti e idrocarburi dell'importante zona siderurgica della città. Dopo la prima sezione incentrata su questa problematica, il corso prosegue analizzando i biosensori e la ricerca legata alla progettazione di organismi geneticamente modificati (OGM) con la funzione di rilevare inquinanti di questo tipo o di degradarli/accumularli.

3 LA STRUTTURA DEL CORSO ONLINE SU PIATTAFORMA MOODLE

Il corso, accessibile a studenti e docenti registrati alla piattaforma Moodle dell'Università di Camerino (Fig.1), è composto da 5 sezioni da svolgere in sequenza (Fig.2). Nella parte iniziale presenta attività e risorse sempre accessibili e, oltre a quelle di *default* di Moodle (*Forum news* e *Chat*), sono stati aggiunti: un questionario iniziale e la *Guida* per lo studente (i docenti hanno una *Guida* dedicata). Nella *Guida* viene descritto il funzionamento dei vari strumenti e le risorse del corso, la sua struttura e la *time-line*. Viene presentata la struttura di ogni sezione (Fig.3) e quella delle pagine presenti nelle *Lezioni* (Fig.4). Tra le diverse attività utilizzabili con Moodle abbiamo infatti prediletto la *Lezione* che permette percorsi modulabili e una personalizzazione del percorso educativo. Approfondimenti e/o semplificazioni

possono essere utilizzati a scelta dallo studente o programmati dal docente e nel caso in cui si riesca a coinvolgere insegnanti di altre discipline, risultano facilmente pianificabili attività interdisciplinari. Inoltre, attraverso i *Quiz* interni alla *Lezione*, lo studente può avere un *feedback* immediato, tornare alla *Lezione* e ripetere l'esercizio, la correzione è automatica e tutti i dati sono a disposizione del docente.

The screenshot displays a Moodle course interface. At the top, there is a banner image of a diverse group of students smiling. Below the banner, the breadcrumb trail reads: Home > I miei corsi > Progetti con le scuole > Biotechnologie 2019 > 5A_2019. On the left, there are two main navigation menus: 'NAVIGAZIONE' and 'AMMINISTRAZIONE'. The 'NAVIGAZIONE' menu includes options like 'My home', 'Pagine del sito', 'Il mio profilo', and 'Corso in uso', with '5A_2019' expanded to show sub-sections like 'Partecipanti', 'Badge', 'Introduzione', and five numbered sections. The 'AMMINISTRAZIONE' menu includes 'Amministrazione del corso', 'Attiva modifica', 'Impostazioni', 'Criteri di completamento', 'Utenti', 'Filtri', 'Report', 'Valutazioni', 'Badge', 'Backup', 'Ripristino', 'Importa', 'Pubblica', 'Reset', 'Deposito delle domande', and 'Repository'. The main content area is titled 'Il tuo stato di avanzamento' and lists course activities: 'Forum News', 'GUIDA per lo STUDENTE', 'Questionario Iniziale', 'Registro presenze', 'Chat', 'Forum di classe', and 'GUIDA per il DOCENTE'. Below this, the first section '(1) Contesto' is detailed, describing the environmental problem in Piombino and featuring an aerial photograph of the area. The second section '(2) Rilevamento e monitoraggio degli inquinanti' discusses the use of biotechnology in environmental contexts and includes a circular graphic with the text 'MICROBIAL BIOSENSORS'. Both sections have associated activities like 'Problema ambientale a Piombino', 'Quiz finale 1', 'Feedback sulla lezione', 'Biosensori con le biotecnologie 1: pubblicazioni scientifiche', 'Biosensori con le biotecnologie 2: biosensori', 'Biosensori con le biotecnologie 3: WCB', and 'Quiz finale 2'. On the right side, there are three widget boxes: 'RICERCA NEI FORUM' with a search input and 'Vai' button; 'NOTIZIE RECENTI' listing recent announcements and exams; and 'PROSSIMI EVENTI' and 'ATTIVITÀ RECENTE' sections.

Figura 1 - Corso sulle Biotechnologie nella piattaforma Moodle dell'Università di Camerino. Sono visibili solo le prime due sezioni del corso.

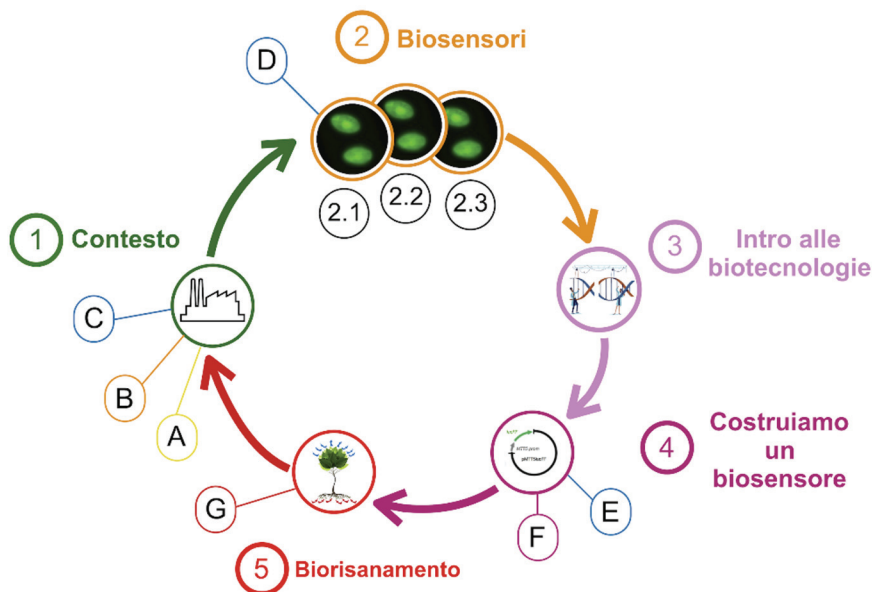


Figura 2 - Struttura e contenuti principali del corso *on line*. 1-5 sezioni che costituiscono il corso. Principali contenuti: (1) A: temi storici e sociali legati al contesto locale; B: utilizzo di fogli di calcolo e programmi per la modellistica molecolare; C: caratteristiche, effetti biochimici e cellulari sulla salute umana degli inquinanti (metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici); (2) D: regolazione genica e biochimica delle proteine *reporter* utilizzate nel biosensore; (3) Materiali sulle Biotecnologie (4) E: struttura DNA e crescita del biosensore unicellulare (*whole cell biosensor* WCB); F: plasmidi, enzimi di restrizione, gel elettroforesi, PCR, rDNA, clonaggio e trasformazione -*prova di realtà*-; (5) G: lavoro di gruppo (scrittura collaborativa) -*compito autentico*-.

STRUTTURA SPECIFICA del CORSO

(X) OTTOBRE

(1) Contesto

In questa unità viene presentato il Sito di Interesse Nazionale (S.I.N.) di Piombino, il problema di inquinamento delle falde e dei terreni di questa zona e la prospettiva di bonifica ambientale

Problema ambientale a Piombino

Quiz finale

Feedback sulla lezione

OBIETTIVI

- **Conoscere** le **problematiche ambientali** del proprio territorio;
- **Conoscere** il **significato** di **termini specifici** relativi a:
 - **Inquinanti**
 - **Tossicologia**
- **Comprendere** la **relazione** tra **attività biologica** dell'inquinante ed **effetti** su **cellule e/o organismi**;
- **Riconoscere** le **relazioni** tra suolo, acque e diffusione inquinanti

1 CONTESTO Inquinamento ambientale

1° LEZIONE **STUDENTE**
A CASA: in autonomia affronta il materiale proposto e effettua un TEST di verifica.

2° VERIFICA FINALE

3° LAVORO di GRUPPO in CLASSE **STUDENTE**
IN CLASSE: per gruppi, guidato da una scheda collabora nella definizione del problema ambientale (segue il docente che facilita la discussione nel gruppo e guida la discussione finale tra gruppi)

4° FEEDBACK **STUDENTE**
A CASA: Dopo aver effettuato le attività in classe, svolge il questionario relativo a questa sezione

Figura 3 - Pagina tratta dalla Guida per lo studente. Esempio di struttura di una sezione (1. *Contesto*). Vengono specificati il ruolo dello studente e gli obiettivi.

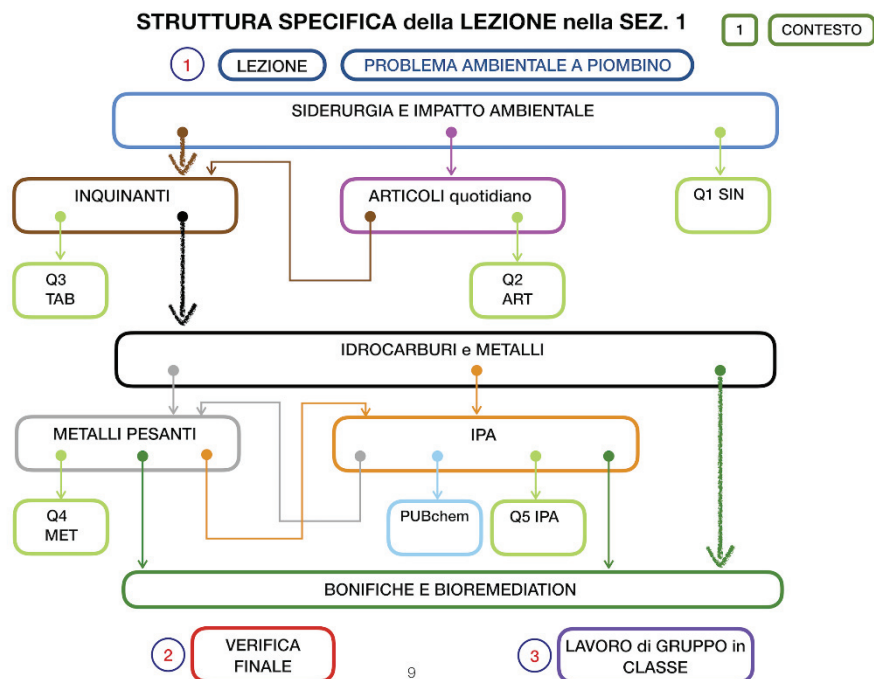


Figura 4 - Pagina tratta dalla Guida per lo studente. Esempio di struttura di una *Lezione (Problema ambientale a Piombino)* e le relative pagine che la compongono. Sono indicati i possibili passaggi da una pagina all'altra. Q1-Q5: *Quiz*.

3.1 Sezione 1: Contesto

Lo studente affronta a casa in autonomia il materiale ed effettua un test di verifica finale (9 quesiti V/F). La *Lezione* contestualizza la storia siderurgica della zona, presenta la problematica di inquinamento dei suoli e introduce semplici concetti di tossicologia. Lo studente può approfondire (attraverso percorsi dedicati) le conoscenze sulle caratteristiche chimiche e tossicologiche degli inquinanti e può effettuare dei *Quiz* di autoverifica. È presente anche un esercizio sulla struttura molecolare degli inquinanti che si avvale del sito *Pubchem* [2]. La *Lezione* termina introducendo il concetto di *bioremediation* e il ruolo delle Biotecnologie nell'inquinamento ambientale. In classe viene svolta un'attività di gruppo: 3-4 alunni, guidati da alcune domande, collaborano nella definizione del problema ambientale per poi confrontarsi con gli altri gruppi. Questo permette la rielaborazione delle informazioni acquisite, senza timore di giudizio. L'inquinamento ambientale legato al territorio dove vive lo studente, attiva un coinvolgimento emotivo più facilmente condivisibile con i pari. Il docente facilita la discussione tra i gruppi, chiarisce dubbi e cerca di mantenere i confini della discussione per poter introdurre la lezione successiva. Obiettivi:

- Conoscere le problematiche ambientali del proprio territorio.
- Conoscere il significato di termini specifici relativi a inquinanti e tossicologia.
- Comprendere la relazione tra attività biologica dell'inquinante ed effetti su cellule e/o organismi.
- Riconoscere le relazioni tra suolo, acque e diffusione inquinanti.

3.2 Sezione 2: Rilevamento e monitoraggio degli inquinanti

Sono presenti tre *Lezioni* (Fig. 5) e un test di verifica finale (8 quesiti a scelta multipla con immagini e video). Nella prima *Lezione* viene presentato un articolo scientifico originale, *review* [3] che approfondisce le caratteristiche e l'utilizzo dei biosensori, e proposto un video divulgativo [4] che aiuta a valutare le notizie scientifiche. Viene poi approfondita la struttura dell'articolo scientifico. Terminata questa attività a casa, gli studenti, in piccoli gruppi, svolgono un compito in classe sulla struttura delle pubblicazioni scientifiche e la funzione delle sue diverse parti. Obiettivi:

- Comprendere il significato e le implicazioni dei riferimenti bibliografici.
- Avere delle indicazioni su come valutare l'affidabilità di notizie scientifiche.

- Riconoscere le diverse parti in cui è suddiviso un articolo scientifico.
- Riconoscere l'importanza della descrizione dei procedimenti nelle pubblicazioni.

La seconda *Lezione* presenta una sola pagina che riassume, semplificandola, la *review*. Viene poi introdotto il concetto di biosensore a cellula integra (*Whole Cell Biosensor -WCB-*), un microorganismo geneticamente modificato che funziona come biosensore. Il docente, durante questa fase, organizza delle lezioni di ripasso relative alla regolazione genica. L'applicazione in un contesto reale di queste conoscenze può aiutare lo studente nel consolidamento dei concetti necessari ad affrontare gli argomenti legati alle Biotechnologie. Obiettivi:

- Definire i termini: biodisponibilità, tossicità e genotossicità.
- Descrivere diverse funzioni dei componenti di un biosensore.
- Dedurre le implicazioni dell'utilizzo di una cellula vivente come biosensore.

La terza *Lezione* può essere svolta con diversi gradi di approfondimento. Si prendono in esame i vantaggi del WCB e si introducono gli strumenti di ingegneria genetica necessari per ottenerlo. Lo studente può passare direttamente all'ultima pagina, dove si fa riferimento ai promotori ed ai geni utilizzabili per questa tipologia di biosensori. Per una trattazione più completa sulla progettazione del WCB gli studenti possono accedere a due pagine dedicate. In questa parte vengono approfondite e applicate nel concreto parte delle conoscenze di chimica, biochimica e genetica acquisite in precedenza. Terminata l'attività e svolto il *Quiz* finale, in classe viene svolta un'attività di riepilogo durante la quale i docenti raccolgono le domande, i dubbi e i punti critici e li affrontano ordinatamente in maniera dialogica. Le spiegazioni e gli approfondimenti richiesti sono poi allegati al *Forum news*: il docente quindi, segue gli alunni durante lo svolgimento delle lezioni, in remoto, guida e gestisce la fase di raccolta delle domande e se ne prende carico. Obiettivi:

- Dedurre gli effetti determinati da un promotore inducibile ed uno costitutivo.
- Descrivere la formula di struttura di molecole organiche complesse.
- Saper spiegare i vantaggi dell'utilizzo di microorganismi come biosensori.
- Organizzare le informazioni relative alle diverse caratteristiche di promotori e geni reporter.

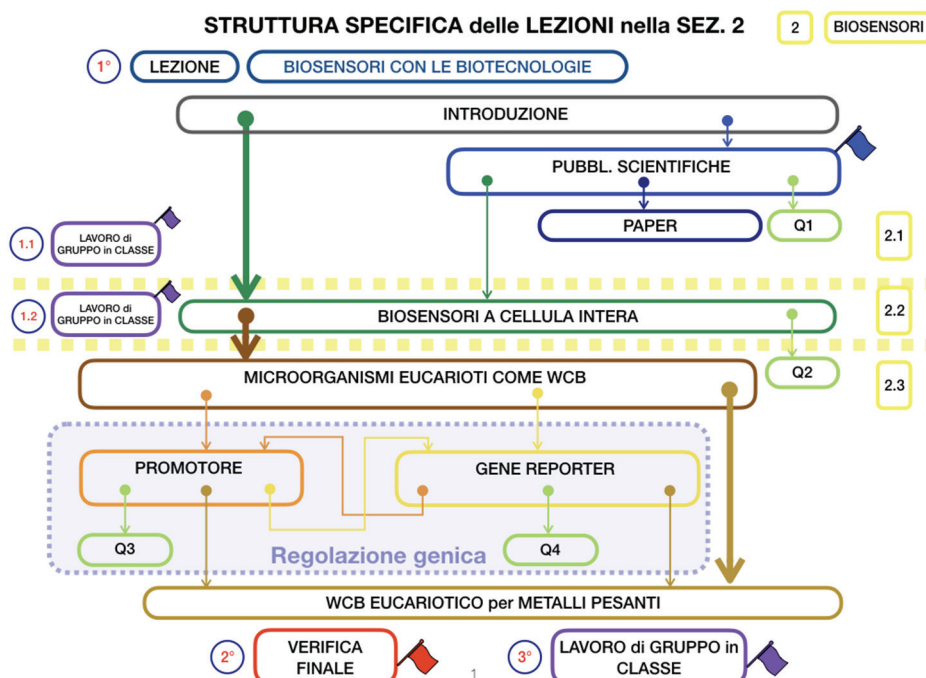


Figura 5 - Pagina tratta dalla Guida per lo studente. Struttura delle *Lezioni* della sezione 2 (2.1; 2.2; 2.3). Q1-Q4: *Quiz*.

3.3 Sezione 3: Introduzione alle biotecnologie

Questa sezione è utilizzata in classe dal docente per introdurre le lezioni teoriche sulle Biotecnologie e contiene due *Lezioni* e un breve *Quiz* finale (2 domande a scelta multipla e 2 V/F). La prima *Lezione* introduce, attraverso testi, immagini, schemi e *link* di varia natura, la storia delle Biotecnologie, le applicazioni e gli strumenti essenziali all'ingegneria genetica. L'altra *Lezione* presenta in maniera ordinata un vasto numero di risorse specifiche relative agli strumenti dell'ingegneria genetica e materiali per il ripasso delle conoscenze di Biologia cellulare, Biochimica e Genetica. Gli studenti seguono in classe la presentazione del docente e hanno la possibilità, a casa, di rivedere il materiale utilizzato approfondendo alcuni argomenti con video, immagini, schemi e mappe utili anche a ripassare i contenuti già acquisiti. Al termine delle lezioni effettuano una verifica in classe con valutazione finale. Nella preparazione alla verifica gli studenti possono trovare utile un *Quiz* specifico i cui quesiti sono stati tratti (e tradotti) dai test IBO (*International Biology Olympiad* -Olimpiadi Internazionali di Biologia-). I docenti hanno il ruolo di cercare i materiali più adatti tra quelli presenti (o integrarli), svolgere le lezioni in classe con il metodo a loro più familiare e costruire la prova di valutazione. In classe sono trattati i temi specifici relativi alle tecniche di ingegneria genetica, in particolare: gli enzimi di restrizione; l'elettroforesi su gel; la PCR; il DNA ricombinante e il clonaggio; i sistemi di trasformazione. Gli obiettivi individuati per questa sezione sono specificatamente legati a questi contenuti.

3.4 Sezione 4: Costruiamo un biosensore

Effettuata la fase di acquisizione delle conoscenze e verifica, gli studenti saranno protagonisti di questa sezione con l'attività *Workshop*. I docenti riepilogano l'attività che gli studenti si apprestano a svolgere e condividono con loro i tempi di consegna. Gli studenti seguono la *Lezione* che presenta un articolo scientifico originale (*paper*) [5] nel quale viene descritta la progettazione e la sperimentazione di un WCB. Elaborano poi una presentazione che riassume i principali passaggi descritti; attraverso delle domande guida, che indicano i punti principali da trattare, gli studenti spiegano i vari passi necessari per la costruzione di un WCB, specificando quali strumenti si utilizzano e come questi funzionino, così da poter applicare le conoscenze acquisite e contestualizzarle. Una volta completato e consegnato l'elaborato entro i tempi concordati, gli studenti attraverso l'attività *Workshop* ricevono due elaborati di altrettanti compagni, in maniera casuale e anonima, per effettuare una valutazione ragionata utilizzando una griglia appositamente costruita. Ogni studente riceve quindi due valutazioni e può modificare il proprio elaborato seguendo le indicazioni dei compagni prima della consegna finale al docente che avviene attraverso l'attività *Compito*. Il docente segue tutto il processo affiancando gli studenti, chiarisce dubbi e facilita il loro lavoro sia in classe che in piattaforma. Obiettivi:

- Saper considerare tutti i fattori in gioco per la costruzione di un WCB.
- Applicare i concetti e le conoscenze acquisiti in un contesto reale.
- Proporre un giudizio motivato (seguendo una griglia di valutazione) sui prodotti di altri compagni.

3.5 Sezione 5: Biotecnologie e biorisanamento

L'ultima sezione è svolta dagli studenti più motivati, divisi in piccoli gruppi, che elaborano una presentazione (scritta, grafica o video) sul biorisanamento della zona cittadina attraverso OGM specifici. Materiali specifici sono presenti nelle risorse *Pagina*. Con l'attività *Wiki* gli studenti svolgono un'attività di scrittura collaborativa asincrona da casa, descrivendo la tipologia di ingegnerizzazione e l'organismo utilizzato in relazione alla tipologia di inquinamento presa in considerazione. Obiettivi:

- Saper collaborare nella scelta di un argomento di interesse comune e nella selezione del materiale;
- Saper costruire e presentare un elaborato preparato in gruppo
- Saper proporre possibili soluzioni ad un problema reale (inquinamento suoli e acque) utilizzando le biotecnologie;
- Applicare i concetti e le conoscenze acquisiti in un contesto reale.

4 RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE

Per testare le percezioni di docenti e studenti sul corso in piattaforma *Moodle*, sono stati distribuiti due questionari: gli studenti lo hanno valutato relativamente facile da utilizzare e hanno apprezzato i materiali

presenti (Tab.1); inoltre, in base alle risposte aperte, hanno espresso come questo abbia facilitato le attività di studio e di approfondimento. I risultati di apprendimento (valutati attraverso un pre- e un post-test) sono stati significativi in tutte le classi: in media le risposte corrette sono passate dal 24% del pre-test al 69% nel post-test. In base alle interviste effettuate a docenti e studenti abbiamo inoltre riscontrato un discreto incremento della motivazione allo studio, prevalentemente legato all'utilizzo di un tema vicino agli studenti: l'applicazione delle conoscenze acquisite ad un contesto reale sembra abbia stimolato il loro interesse e la loro partecipazione. Anche l'analisi delle pubblicazioni scientifiche ha attratto gli studenti, incuriositi da come vengono divulgati i risultati di una ricerca. Analizzando il questionario, le domande aperte e le interviste rivolti ai docenti, appare che questi abbiano utilizzato il corso con una certa difficoltà, soprattutto poiché per la prima volta di fronte a questo strumento. Hanno apprezzato le potenzialità e i materiali presenti ma hanno espresso la necessità di maggior tempo per poter comprendere ed utilizzare al meglio uno strumento così versatile e potente come la piattaforma *Moodle*. Nelle interviste risulta chiaro inoltre che, un cambiamento così radicale del proprio approccio didattico, come quello richiesto dal CBL, necessita di una accurata pianificazione della programmazione.

Apprezzamento	Facilità d'uso del corso	Materiali del corso
molto basso	0,00%	0,00%
basso	0,00%	0,00%
abbastanza basso	3,23%	0,00%
abbastanza alto	51,61%	3,23%
alto	45,16%	64,52%
molto alto	0,00%	32,26%

Tabella 1 - Alcuni risultati del questionario per gli studenti (N=31). Il questionario è a scala Likert: alle affermazioni relative ai diversi ambiti indagati si risponde con un punteggio da 1 (totalmente in disaccordo) a 6 (completamente d'accordo), i valori ottenuti sono poi accorpati.

5 CONCLUSIONI

Per i docenti che non hanno esperienza nell'impiego di questo strumento, non è semplice utilizzare un corso *online* innovativo su piattaforma *Moodle* nelle classi quinte. Le improvvise riforme all'esame di Stato, creando incertezze e insicurezze, hanno reso ancor più complessa la sperimentazione. Nonostante questo, gli studenti hanno apprezzato questo percorso e gli insegnanti hanno riconosciuto le sue potenzialità, anche se hanno espresso il bisogno di approfondire l'utilizzo dei suoi strumenti. Siamo certi che con il procedere dell'utilizzo delle TIC nelle scuole e un progressivo percorso di aggiornamento del corpo insegnante, queste difficoltà lasceranno posto a tutti i vantaggi che questo strumento può offrire.

Riferimenti bibliografici

- [1] Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976.
- [2] <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>.
- [3] Gutiérrez, J. C., Amaro, F., & Martín-González, A. (2015). Heavy metal whole-cell biosensors using eukaryotic microorganisms: an updated critical review. *Frontiers in microbiology*, 6, 48.
- [4] <https://youtu.be/EF0CvkLxGr4>

- [5] Amaro, F., Turkewitz, A. P., Martín-González, A., & Gutiérrez, J. C. (2011). Whole-cell biosensors for detection of heavy metal ions in environmental samples based on metallothionein promoters from *Tetrahymena thermophila*. *Microbial biotechnology*, 4(4), 513-522.