

Esperienze di successo in Chimica Insegnare e apprendere: Una rassegna di alcuni suggerimenti per la Buona Pratica

Marie Walsh

Limerick Institute of Technology
Limerick (Republic of Ireland)

Marie.Walsh@lit.ie

Astratto

Nel contesto dell'apprendimento permanente di Chimica e materie affini, i problemi con la motivazione degli studenti e l'importanza di un'adeguata formazione degli insegnanti e la formazione sono state discusse in precedenza. Motivare gli studenti e fornendo esperienze di apprendimento pertinenti richiedono un continuo sforzo da parte degli insegnanti. Apprendimento potenziato dalla tecnologia è diventata una conditio sine qua non nella moderna situazione dell'aula. Il riconoscimento delle diverse esigenze e stili di apprendimento degli individui - che non possono più essere classificati come discenti "tradizionali" - è importante. Classi multiculturali presentano difficoltà linguistiche che vanno oltre l'apprendimento del nuovo vocabolario di Chimica per gli studenti tradizionali. A livello internazionale gruppi di ricerca stanno affrontando problemi con l'istruzione Chimica, e molti progetti hanno cercato di ridurre il divario tra aspettative e l'esperienza in aula di chimica. È stato dimostrato che le esperienze di successo nel campo dell'insegnamento Chimica e apprendimento possono derivare da: capire e gestire le difficoltà con la lingua, la comprensione e reagendo ai livelli di competenze degli studenti, mettendo Chimica in un contesto multidisciplinare, utilizzando la modellazione - entrambe le simulazioni al computer e modelli concreti, impiegando apprendimento attivo e strategie basate sull'indagine per l'insegnamento e l'apprendimento, e, ultimo ma non meno importante, ammettendo che la tecnologia utilizzata bene può migliorare l'insegnamento e l'apprendimento. Questo articolo passa in rassegna una selezione di esperienze di successo e mette in scena per la sperimentazione e la realizzazione di alcuni di questi con un gruppo di studenti del primo anno di laurea Chimica.

1. Introduzione

L'OCSE PISA (Programma per la valutazione internazionale degli studenti.) È un programma in corso la valutazione di 15 anni studenti di 30 paesi dell'OCSE così come alcuni paesi non OCSE. [1] Le valutazioni in lettura, matematica e scienze sono ripetuti su un ciclo di tre ogni anno. Domande di alfabetizzazione scientifici sono contestualizzati e progettati per testare le conoscenze scientifiche e le competenze che sono essenziali per la piena partecipazione alla società. [2] I dati più recenti alfabetizzazione scientifica PISA mette in Irlanda 15 anni di età nono posto nella lista dei trenta paesi. Questo è stato un miglioramento di cinque posti dal precedente studio. Nonostante il forte miglioramento, corpo affari BICE ha avvertito l'Irlanda non può mai permettersi di crescere di nuovo indulgenti quando si tratta di un'istruzione di qualità e prestazioni.

Mentre il risultato nei test PISA è incoraggiante in relazione alla alfabetizzazione scientifica di quindici anni di età, la demografico studente in Irlanda è cambiata. A tutti i livelli di scuola ci sono un numero crescente di studenti stranieri, per molti dei quali l'inglese non è la loro prima lingua. Oltre a questi studenti internazionali ci sono anche un numero crescente di studenti non tradizionali, compresi gli studenti maturi che possono avere limitata esperienza precedente di studiare la scienza o con poche qualifiche formali precedenti. Tutti questi studenti non sono solo imparando un nuovo vocabolario Chimica, ma molti sono anche imparando un nuovo vocabolario in una nuova lingua. Studi PISA hanno spesso mostrato sotto successo in compiti di scienze degli studenti di origine immigrata.

Nel 2012, gli studenti delle scuole irlandesi classificato ottavo dei 19 paesi che hanno partecipato alla prova Digital Literacy dell'OCSE. Solo quattro paesi, Corea, Nuova Zelanda, Australia e Giappone, avevano punteggi significativamente più elevati rispetto Irlanda. Il governo ha riconosciuto che l'incorporamento alfabetizzazione digitale nel curriculum scolastico è un imperativo. Non vi è in corso lo sviluppo di infrastrutture TIC nelle scuole irlandesi.

Nel servizio di sviluppo professionale per gli insegnanti sta sostenendo la diffusione della tecnologia. Ciò è evidente nelle sessioni di sviluppo professionale continuo per gli insegnanti di scienza / chimica. Il Servizio per lo sviluppo professionale per gli insegnanti ha ospitato riunioni di rete Chimica in Autunno / Inverno 2013 che hanno incluso Riunioni Chemistry Network. Questi incontri serali si sono svolti in Centri di Educazione tutto il paese. Ognuno di questi incontri consisteva di un workshop sull'uso delle risorse prodotte da un team di esperti Chimica insegnanti, tra cui i seguenti argomenti: valutazione per l'apprendimento: le applicazioni Chimica per personal computer e telefoni per aiutare la valutazione di strategie di apprendimento; chimici Risorse Formula; ' stimolo a impegnarsi attività 'per lanciare le lezioni. Gli insegnanti sono stati invitati a portare gli smartphone e / o tablet. [3]

Tuttavia, nel contesto di esperienze di successo, la tecnologia farà solo la differenza se usato in modo appropriato. Uno studio realizzato dal Regno Unito Istruzione Superiore Accademia Scienze Fisiche Centro nel 2008, di percezioni della loro esperienza di apprendimento universitario in Chimica degli studenti ha registrato che in formato elettronico è stato giudicato dagli studenti per essere il loro metodo di insegnamento meno efficace e meno piacevole. [4] Spetta agli insegnanti di integrare la tecnologia appropriata per integrare i metodi di insegnamento tradizionali.

2. Diversità culturale: problemi con la lingua

Nel maggio 2012, l'Università di Dortmund ha ospitato il 21 ° Simposio sulla Chimica e Scienze della formazione, sul tema 'i problemi di eterogeneità e diversità culturale in Scienze dell'Educazione e della Scienza Education Research'. Questo è solo un esempio di una risposta di ricerca e formazione per l'eterogeneità e la diversità culturale, due sfide riconosciuti a livello internazionale per l'istruzione in generale. Maggiore eterogeneità e la diversità presenta difficoltà linguistiche, culturali e scientifiche specifiche per gli insegnanti di scienze. [5]

I documenti della collezione cristallizzano i problemi con i livelli senza precedenti di diversità culturale e linguistica. Jennifer Miller, presso l'Università di Monash a Melbourne descrive un progetto di intervento per ristabilire l'inaccessibilità del linguaggio contenuto scienza per molti studenti, a causa dei divari tra significati scientifici e quotidiani di molte parole. [6] Linda Riebling presso l'Università di Amburgo in Germania descrive la ricerca sui metodi di insegnanti stanno usando per rispondere alle sfide della diversità culturale e linguistica acquistare integrando contenuti e l'apprendimento delle lingue. [7]

Nel contesto della *La chimica è All Around Us Network* progetto, una delle pubblicazioni scelti per illustrare esperienze di successo affronta i temi della linguistica in Chimica. Rees, Bruce Nolan e discutere i risultati della ricerca presso la Durham University in strategie di insegnamento efficaci per migliorare la comprensione del tema specifico linguaggio da studenti internazionali e non tradizionali. [8] Le strategie didattiche, con particolare attenzione per migliorare l'alfabetizzazione scientifica sono stati sperimentati nel corso dell'anno accademico 2010/11 in Fondazione Level Chemistry. Gli autori descrivono diverse strategie che essi impiegati, compreso l'uso di plastilina per atomica e molecolare modellazione, giochi di parole, utilizzando analogie, e lo sviluppo di glossari, nonché FRECETTE (Diretto attività legate al testo).

I risultati di queste iniziative hanno portato allo sviluppo di un E-glossario per sostenere lo sviluppo della comprensione del linguaggio soggetto. L'E-glossario è stato sperimentato nel corso del prossimo anno accademico. Il risultato è un glossario di studente generated content (con oltre 100 contributi) che spiega termini e concetti scientifici in una varietà di modi a un livello adeguato per gli studenti di fondazione. Ciascuno dei termini è descritto nella profondità tecnica pertinente e molti di essi includono un'animazione o altri video.

Gli studenti e gli insegnanti possono modificare il materiale. Il portale web per gli studenti comprende anche una sezione sulla scientifici competenze linguistiche per l'apprendimento. Questo appare in linguaggio scientifico in generale, come pure i mezzi per sviluppare la lettura e il vocabolario e per scrivere relazioni scientifiche.

3. Competenze di controllo: l'opportunità di valutare e sviluppare qualifiche Chimica

Questo studio di Odilla Finlayson e Orla Kelly in Dublin City University ha sviluppato dal riconoscimento che il passaggio dalla scuola all'università può essere scoraggiante per molti studenti. [9] Mentre gli studenti devono aver dimostrato un particolare livello di abilità accademiche per ottenere l'ingresso ai corsi di scienze universitari, le loro competenze sono raramente controllati. Gli autori suggeriscono che questo può comportare in insegnanti di collocamento sia conoscenze e competenze richieste sottoposte agli studenti. Possono essere assunti per avere alcune competenze a causa del loro grado soggetta scelta, ma in realtà potrebbero non avere particolari competenze per consentire loro di fare progressi con la loro conoscenza e comprensione soggetti, con conseguente loro fare poco o nessun progresso, accoppiato con un sentimento di frustrazione. Il recente spostamento verso contesto e approcci di problem-based learning per l'insegnamento delle scienze fisiche possono causare particolari difficoltà per gli studenti che non hanno precedenti esperienze di questo tipo di apprendimento in quanto il transito dalla dominazione rote-learning della scuola secondaria.

Gli autori hanno sviluppato un approccio problem-based che è stato introdotto per il modulo di laboratorio 1 ° anno di chimica assunto dagli studenti sul Laurea in Scienze della Formazione presso la Dublin City University, Irlanda. Per informare meglio lo sviluppo del modulo e migliorare l'abilità-set degli studenti è stato deciso di effettuare una verifica delle competenze degli studenti del primo anno all'inizio del loro corso universitario. Quaranta quattro studenti delle coorti 2002-2003 e 2003-2004 hanno completato l'indagine competenze. Questo ha identificato quali competenze gli studenti si sentivano sicuri nell'utilizzo, e quali competenze gli studenti avevano avuto poche possibilità di svilupparsi.

Il sondaggio è stato adattato dal RSC Undergraduate Skills Record (USR). [10] Vari competenze sono state identificate nel USR che sono stati considerati importanti per gli studenti universitari del primo anno, come l'interpretazione delle misurazioni di laboratorio e osservazioni e l'utilizzo di feedback per migliorare il lavoro futuro.

Esempi di interventi sviluppati per il modulo di apprendimento basato su problemi includono: incorpora (PowerPoint), presentazioni orali nei laboratori; coinvolgere gli studenti con lo sviluppo di esperimenti attraverso la ricerca di tecniche e procedure appropriate l'uso di Internet e di altre risorse, l'importanza degli errori e valutare dati sperimentali è stato un obiettivo chiave delle relazioni di laboratorio e le loro presentazioni. Ciò è stato fatto in modo graduale, aumentando la domanda di competenze attraverso il modulo di un anno. Il risultato qualitativo dello studio era che gli studenti sembravano sviluppare le competenze nel modo previsto. Gli autori concludono che i programmi più innovativi della scienza sono necessari a scienza livello scolastico al fine di garantire che i futuri studenti universitari di scienze entreranno corsi con competenze più sviluppati. Un allontanamento dalla didattica ad un approccio incentrato sugli studenti a livello di chimica secondaria potrebbe favorire un migliore sviluppo di abilità e più fiducia per studiare chimica a livello universitario.

La laurea Skills Record (USR) è ora disponibile on-line, in formato elettronico che permette agli studenti di creare un account e registrare e salvare le loro competenze in continuo, impostare obiettivi e traguardi futuri e generano una capacità di segnalare in qualsiasi momento.

4. Creazione di connessioni e il sostegno della rilevanza della chimica attraverso un approccio multidisciplinare

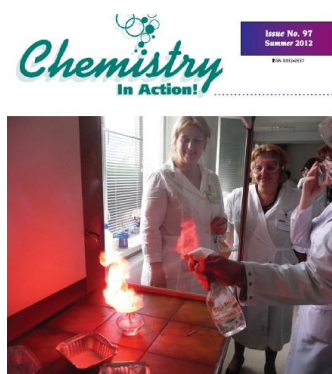
Eilish McLoughlin e Odilla Finlayson descrivono un'iniziativa attuata su un periodo di quattro anni con circa settecento studenti in Dublin City University. [11] Questo intervento affronta questioni riconosciute per i nuovi studenti: studenti in programmi scientifici universitari del primo anno generalmente deve prendere i moduli o corsi in tutte le discipline scientifiche ad un livello base. Mentre gli sviluppatori curriculum e programmi vedono la rilevanza e interrelazioni di ciascuna delle discipline tra loro e la necessità per uno studente di avere una buona conoscenza fondamentale in ogni materia, gli studenti spesso possono non vedere la necessità o la rilevanza degli altri soggetti. Dato il basso numero di studenti che Chimica presso Leaving Certificate ma di dover studiare a livello universitario di base ci sono una serie di fattori che inibiscono le prestazioni e la connessione nel soggetto.

L'obiettivo dei docenti è stato quello di sviluppare un modulo che mettesse in risalto la natura multidisciplinare e interdisciplinare della scienza, che interconnette le tre discipline scientifiche, e che permetterebbe agli studenti di sviluppare competenze aggiuntive. Il contenuto del modulo dovrebbe incoraggiare gli studenti a prendere decisioni sulla base di prove o dati limitati, per trovare informazioni rilevanti, e di formare opinioni (sulla base di argomentazioni scientifiche) su una questione scientifica corrente di diretto interesse per il pubblico. Il modulo non è stato progettato per insegnare la chimica di base e le altre scienze, ma di rivedere e rafforzare i contenuti già coperti in lezioni e laboratori.

Gli autori hanno esaminato gli studenti e anche focus group condotti nel periodo dell'intervento. Essi hanno concluso che gli studenti hanno guadagnato capacità di problem-solving e interagito ben all'interno dei loro gruppi per risolvere i problemi. Essi rilevano che solo il quarantasette per cento degli studenti convenuto che essi erano a conoscenza di chimica sufficiente a risolvere i problemi, a differenza di settantaquattro per cento che ha accettato che avevano sufficiente Biologia sfondo. Questo può essere correlato ad una certa misura con l'assorbimento dei soggetti a livello di scuola secondaria. Tuttavia, l'approccio all'apprendimento attivo multidisciplinare è stata accolta favorevolmente da cinquantaquattro per cento degli studenti e il modulo continua. Problemi con il significativo contenuto di Chimica inclusi: Energia nucleare, contaminazione dell'acqua, Screening genetico, casa Brewing, e Oil Spill industriale.

5. Iniziative di apprendimento attivo

La rivista *Chimica in azione!* Numero dedicato 97 a descrivere un progetto UE-Tempus finanziato -. Salis, studente Active Learning in Science [12] Gli obiettivi centrali della SALIS dovevano fare educazione scientifica nei paesi partecipanti più motivante, più efficace nell'apprendimento della materia e ad aumentare il suo potenziale per la promozione di una vasta gamma di abilità cognitive e non cognitive.



SALIS Special Issue

Il progetto mira a promuovere l'insegnamento delle scienze e l'apprendimento attraverso attività pratiche centrato sullo studente, basato sui fondamenti della moderna scienza curricula e pedagogiche, al fine di

umentare la motivazione, per sostenere lo sviluppo di abilità cognitive di ordine superiore, per produrre un migliore apprendimento della scienza concetti, e di promuovere una vasta gamma di competenze educative generali.

Sabine Streller e Claus Bolte descritto una parte del progetto, che ha sviluppato una serie di lezioni situati nel contesto del tempo, del clima e dei cambiamenti climatici con l'intenzione di facilitare l'accesso al tema sulla base delle esperienze quotidiane degli studenti. [13] La sequenza di dieci lezioni è stato concepito per i corsi introduttivi di chimica interdisciplinari, nonché per corsi di scienze integrate.

Gli autori hanno descritto uno degli obiettivi principali della sequenza di dieci lezione e un caso di studio parallelo come per far capire agli studenti che il lavoro scientifico comprende non solo gli esperimenti di conduzione, ma anche trovare, lavorare e valutare testi e altre fonti di informazione. Gli studenti devono anche imparare che la scienza risponde a certe domande, ma non possono rispondere ad ogni domanda. Un secondo obiettivo del progetto era quello di motivare gli studenti a studiare la scienza e la natura della scienza, rendendo più rilevanti per la vita quotidiana. Dopo aver implementato la sequenza lezione hanno effettuato motivazionali Learning Environment analisi che mostrano quanto successo l'approccio all'insegnamento delle scienze basato sull'indagine era, sia per gli insegnanti e gli studenti.

In un secondo articolo Streller ha descritto il contenuto di un workshop che gli insegnanti hanno partecipato per imparare a base di inchiesta Science Education (IBSE) lavora per se stessi. [14] esperienziale di apprendimento per gli insegnanti di una nuova modalità di insegnamento è essenziale per il loro sviluppo competenze pedagogico.

Sono state descritte le fasi del workshop basato su 'Indagando un prodotto domestico':

Fase 1: Benvenuto e introduzione sul significato di IBSE, gli obiettivi del workshop.

Fase 2: Gli insegnanti (in piccoli gruppi) hanno ottenuto i prodotti "interessanti" dai supermercati (per esempio compresse effervescenti, latte senza lattosio, pannolini) per stimolare domande e per avviare il processo di richiesta. Durante questa fase gli insegnanti: parlato del prodotto, formulato domande riguardo al prodotto, selezionate una delle domande, formulate ipotesi alla questione, in programma un esperimento per testare l'ipotesi.

Fase 3: La sperimentazione ha coinvolto circa la questione, a volte con l'aiuto di un foglio di lavoro strutturato.

Fase 4: In piccoli gruppi di insegnanti è stato chiesto di trovare spiegazioni per gli esperimenti, a riflettere sulle loro ipotesi, per trovare risposte per le domande e per formulare ulteriori domande.

Fase 5: Nel laboratorio gli insegnanti avevano la loro propria esperienza di come l'apprendimento basato sulla ricerca potrebbe funzionare, senza la necessità di alcuna attrezzatura laboratorio avanzato, ma con semplici prodotti di uso quotidiano e materiali. Le fasi di apprendimento basato sulla ricerca sono stati riassunti ed i partecipanti hanno avuto l'opportunità di discutere le possibilità di trasferimento l'approccio IBSE nelle proprie università e aule.

Questo numero di *Chimica in azione!* Ha dato un sacco di spunti di riflessione. Mentre è stato incentrato sulle uscite del Progetto Salis, comprendeva anche gli articoli sulle tecniche a basso costo e il valore di manifestazioni per illustrare i concetti di chimica.

6. L'applicazione della tecnologia per migliorare la didattica della chimica

Michael Seery e Claire McDonnell da Dublin Institute of Technology sono stati ospiti editor di un numero speciale della Royal Society of Chemistry Education Research Chemistry and Practice (CERP) in estate 2013. [15] I redattori creare le premesse per gli articoli della edizione speciale in un editoriale premuroso che riassume il loro punto di vista. Hanno riconosciuto che, mentre la tecnologia nell'educazione chimica non è sempre stato ben accolto, uno studio condotto da Reeves e Reeves suggerito che questo impopolarità può essere causa di alcune implementazioni che hanno coinvolto cattiva progettazione o di allineamento appropriato tra la tecnologia e gli obiettivi di apprendimento. [16]



Hanno selezionato una serie di articoli che dimostrano che la tecnologia ha un posto di insegnamento di Chimica se è appropriato e arricchente di ciò che viene insegnato. Sarà di beneficio se effettivamente incorporato e se si tratta di una fonte di spiegazioni, chiarimenti e un mezzo per praticare le abilità e conoscenze. Non da ultimo può essere un mezzo per fornire un feedback tempestivo ed efficace.

L'utilità di risorse multimediali quali le simulazioni di ponteggi cognitiva è stata discussa, con il tema ricorrente di attenta progettazione e l'utilizzo in luoghi appropriati per garantire la massima efficacia pedagogica. Ci sono dieci documenti che includono rapporti su apprendimento peer-assistito, l'uso di wiki e altri strumenti di collaborazione, la valutazione e feedback, e l'uso di simulazioni - tra gli altri argomenti. Come il numero di *Chimica in azione!* Di cui sopra, il problema giornale ha dato un sacco di materiale che può essere un trampolino di lancio per esperienze di successo in classe chimica. Generali il contenuto è il riconoscimento che le TIC non devono essere intesi come un sostituto per una buona pratica di insegnamento, ma per migliorare e sostenerlo.

Michael Seery ha anche scritto su 'Sfruttando la tecnologia in Chimica Educazione' nel Regno Unito, Higher Education Academy New Directions. [17] Questo articolo estende alcune delle idee da articoli CERP di cui in precedenza. Seery afferma che l'uso della tecnologia nella didattica potrebbe essere considerato nel contesto della teoria carico cognitivo come base per integrare la tecnologia nella didattica della chimica. Esempi di interventi indicati comprendono: attività di pre-conferenza o di laboratorio, l'uso dei sistemi di risposta personali (clickers) in lezioni, ha lavorato esempi in un ambiente di apprendimento virtuale, simulazioni, wiki come spazi di lavoro collaborativi tra pari per la discussione e l'apprendimento peer-assistito, schermo - casting e pod-casting, e la valutazione degli studenti-generated (alcuni con *Peerwise*). La realtà è che mentre ci sono molti modi l'insegnante di chimica o docente potrebbe integrare tecnologie in lezioni, la conoscenza dei contenuti, la pedagogia e la tecnologia devono intrecciare per rendere la risorsa preziosa sia per l'educatore e gli studenti. Il fenomeno 'capovolto lezione' è anche discusso brevemente, e anche questo deve essere micro gestiti al fine di garantire agli studenti raggiungere i risultati di apprendimento e l'apprezzamento di Chimica destinato.

7. Imparare da esperienze di successo: il test della realtà

In relazione alle diverse questioni che sono state discusse in questo lavoro, un certo numero di studenti del primo anno a studiare un modulo di Chimica introduttivo sono stati intervistati.

La risposta breve sondaggio comprendeva le seguenti domande:

1. Qual è il più alto livello di chimica hai studiato prima di quest'anno?
JUNIOR CERTIFICATO O EQUIVALENTE
CERTIFICATO DI LASCIARE O EQUIVALENTE
2. Si prega di indicare il vostro gruppo di età: inferiore a 23 anni oltre 23 anni
3. L'inglese è la prima lingua? SI NO
4. Se hai risposto NO alla domanda 3, qual è la vostra prima lingua?
5. Approssimativamente come spesso si accede Moodle per la Chimica?
6. Approssimativamente come spesso si accede a YouTube per la Chimica?
7. Hai iniziato a tenere un elenco di vocabolario per la Chimica?
8. Siete disposti a prendere parte a una sessione di valutazione per la chimica è tutto intorno a noi portale?

I risultati dell'indagine mostrano che dei 74 intervistati, solo 30 hanno studiato chimica a Partire Certificato (Livello di scuola secondaria superiore), anche se sono su uno di una serie di corsi di laurea con Chimica come soggetto principale. Dodici degli studenti sono più di 23 anni di età, vale a dire 'maturo' studenti. Inglese non è la prima lingua per nove studenti. Le lingue principali sono il francese (3), Lituania (1), Somalia (1), arabo (1), Persico (1) e polacco (2). C'è uno studente sordo con un interprete. Quaranta nove studenti hanno iniziato la compilazione di un glossario, come consigliato all'inizio dell'anno classe.

Uso degli studenti di Moodle e YouTube è riassunta nella seguente tabella:

Usa	Spesso	raramente	mai
Moodle	46	25	3
YouTube	12	31	30

Moodle è la piattaforma virtuale Learning Environment utilizzata in Limerick Institute of Technology. Per il modulo di chimica del contenuto comprende dispense, collegamenti a siti web pertinenti e video clip. Questi sono sezionate per argomento.

Il piano ora è di avviare l'idea di E-glossario per questi studenti impostando un incarico. Ci saranno anche prove diverse iniziative sulla base delle esperienze di successo segnalati da altri educatori.

Conclusioni

Esperienze di successo nell'insegnamento di Chimica e di apprendimento derivano da: Comprendere e gestire le difficoltà con la lingua; Comprendere i livelli di competenze degli studenti; Posizionamento Chimica in un contesto multidisciplinare, l'apprendimento attivo e strategie basate Richiesta per l'insegnamento e l'apprendimento, e la tecnologia utilizzata bene può migliorare l' insegnamento e l'apprendimento di processo. Non è possibile processare tutti queste modalità contemporaneamente, ma una combinazione di tali fattori può essere implementato per osservare il loro impatto sull'esperienza di apprendimento degli studenti. L'intento dell'autore è quello di misurare qualitativamente gli effetti di alcune iniziative, in particolare la E-glossario, i risultati di apprendimento di un gruppo di studenti di chimica. Questo sarà segnalato nel contesto della fase finale della Chimica è All Around Us Progetto Network.

Bibliografia

- [1] <http://www.oecd.org/pisa/>
- [2] http://www.NationMaster.com/graph/edu_sci_lit-education-scientific-literacy
- [3] <http://www.pdst.ie/node/3232>
- [4] Higher Education Academy (2008) Revisione dello studente esperienza di apprendimento in Chimica, HEA Physical Sciences Centre, Hull

- [5] Markic, S., Eilks, I., diFuccia, D, Ralle, B. (a cura di), Questioni di eterogeneità e la diversità culturale in Scienze dell'Educazione e della Scienza, Educazione, Ricerca, 2012, Shaker Verlag, Auchen.
- [6] Miller, J. (2012) basato sul contenuto in Pedagogia culturalmente e linguisticamente Diverse aule in problemi di eterogeneità e la diversità culturale in Scienze dell'Educazione e della Scienza, Educazione, Ricerca, 2012, Shaker Verlag, Auchen.pp.23-32
- [7] Riebling, L. (2012) insegnamento delle scienze nelle aule diversità linguistica in problemi di eterogeneità e la diversità culturale in Scienze dell'Educazione e della Scienza, Educazione, Ricerca, 2012, Shaker Verlag, Auchen. pagg. 33-40
- [8] Rees, S., Bruce, M., Nolan, S. (2013) Posso avere una parola per favore - Strategie per migliorare la comprensione del soggetto lingua specifica in Chimica da International e studenti non tradizionali, il Centro Foundation, Durham University, UK <http://journals.heacademy.ac.uk/doi/pdf/10.11120/ndir.2013.00012>
- [9] Kelly, OC, Finlayson, OE, (2010) Facilitare il passaggio dalla scuola secondaria all'istruzione superiore attraverso il riconoscimento delle competenze dei nostri studenti <http://journals.heacademy.ac.uk/doi/full/10.11120/ndir.2010.00060051>
- [10] Undergraduate Skills Record (2005) Royal Society of Chemistry [www.rsc.org / Istruzione / HEstudents / usr / index.asp](http://www.rsc.org/ Istruzione / HEstudents / usr / index.asp)
- [11] McLoughlin, E., Finlayson, O. (2011) Coinvolgere gli studenti del primo anno, attraverso un approccio multidisciplinare <http://icep.ie/wp-content/uploads/2011/02/Engaging-first-year-science-students-through-a-multidisciplinary-approach.pdf>
- [12] Chimica in azione! Emettere 97 SALIS Special (2012) http://134.102.186.148/chemiedidaktik/salis_zusatz/material_pdf/special_issue_on_chemistry_in_action.pdf
- [13] Bolte, C., Streller, S. (2012) Valutare studenti Active Learning in corsi di scienze in Chimica in azione! Issue 97 SALIS speciale
- [14] Streller, S. (2012) Vivere Inquiry Learning in Chimica in azione! Issue 97 SALIS speciale
- [15] Seery, MK, McDonnell, C. (a cura di) L'applicazione della tecnologia per migliorare la didattica della chimica, Chimica, Educazione, Ricerca e Pratica, 1 Luglio 2013, Issue 3, pp 223-353 <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2013/rp/c3rp90006a>
- [16] Reeves TC e Reeves PM, (2012), Progettazione on-line e blended learning, in L. Hunt e Chalmers D. (a cura di), Università di Insegnamento in Focus: un approccio di apprendimento centrato, Oxford: Routledge.
- [17] Seery, M.K. (2013) Sfruttando la tecnologia in Chimica Istruzione. New Directions 9 (1), 77-86. DOI: 10.11120/ndir.2013.00002