

Insegnare al cuore dell'apprendimento: Esperienze di successo e buone pratiche nell'insegnamento della Chimica in Irlanda

Marie Walsh

Limerick Institute of Technology
Limerick / Irlanda
Marie.Walsh@lit.ie

Astratto

La chimica è tutto intorno a noi: la nostra vita senza chimica e i progressi che ha consentito di sanità, igiene, produzione di energia, materiali e tecnologie sarebbe molto diversa. Nonostante questo Chimica realtà come una materia scolastica ha sofferto di percezioni negative, con anche la parola ispiratori reazioni negative 'chimiche'. E 'anche percepito come un argomento matematico e astratto, più adatto solo ai più capaci studenti accademicamente. Tuttavia, queste percezioni sono un cattivo servizio alla Chimica e il suo valore per la società nel suo complesso. Dalle prime fasi dell'istruzione possiamo instillare un apprezzamento di Chimica per se stessa, che può o non può portare a più studenti che studiano la chimica come materia a secondo e terzo livello, ma che sarà almeno ristabilire l'equilibrio di un più favorevole e la percezione positiva del valore di Chimica. Chiedete a qualsiasi scienziato, ingegnere o tecnico professionale su come e perché hanno scelto il loro percorso di carriera e spesso vi diranno di una persona speciale che ha riconosciuto, nutrito e incoraggiato la loro curiosità quando erano più giovani. La maggior parte delle volte questa persona sarà un educatore, un insegnante o un mentore, che si è impegnata con l'esempio: curiosità naturale, metodi innovativi e uno spirito di condivisione con entusiasmo. L'insegnamento è al centro di apprendimento, e imparare a insegnare e continuamente auto-riflettere e aggiornare le conoscenze e dei metodi pedagogici è vitale. Questa carta indagini esperienze di successo e buone pratiche in Chimica insegnamento in Irlanda, descrivendo l'importanza della formazione iniziale degli insegnanti e formazione professionale continua. Sottolinea inoltre l'importanza di collegare Chimica Didattica Ricerca con Chemistry in the Classroom.

1.Introduzione

'Colui che può, fa. Colui che non può, insegna'. [1] Nei 110 anni da quando George Bernard Shaw scrisse questi cambiamenti parole, i sistemi di istruzione hanno subito, che hanno visto la professione di insegnante diventano più altamente regolamentato e più intrinsecamente connessi alla ricerca in stili pedagogici. Nel caso di materie scientifiche come la chimica, il ritmo di scoperta nel corso degli ultimi 150 anni o giù di lì ha fatto sì che la conoscenza dei contenuti soggetto è cambiata radicalmente e gli insegnanti hanno dovuto far fronte a nuove dimensioni di conoscenza della materia, oltre a nuovi modi di diffusione di tali conoscenze in laboratorio o aula. Acquisire una conoscenza approfondita di Chimica è solo una parte del problema per un insegnante - l'altra metà della sfida è quella di essere in grado di trasmettere tale conoscenza vasta passo dopo passo, in maniera empatica, costruendo in su nelle menti degli alunni in una logica, logica coerente e accessibile del carattere molecolare e reattività della materia. Non tutti gli studenti continueranno a ulteriori studi di chimica, ma in un insegnamento positivo e ambiente di apprendimento che potranno acquisire conoscenze circa il valore di Chimica e competenze trasferibili per la loro vita di tutti i giorni. Altri si usano i loro studi di chimica di fondazione in professioni come Medicina, Odontoiatria e Farmacia, e Chimica è un tema fondamentale per molte scienze applicate, come la biotecnologia o Forensics. L'insegnamento non è per lo sforzo deboli di cuore, ma più in insegnamento Chimica può coinvolgere, ispirare e informare gli studenti e la comprensione pubblica della scienza (PUS) è tutto il meglio per essa. Così esperienze di successo e buone pratiche dipendono dalle insegnanti di chimica che sfidano se stessi così come i loro studenti.

Esperienze di successo e buone pratiche possono dipendere da un certo numero di grandi aree:

- Formazione iniziale degli insegnanti, con il giusto equilibrio tra Soggetto conoscenza dei contenuti e pedagogico Skills Training.
- Continuando lo sviluppo personale con supporti adeguati e contenuti pertinenti.
- Fare collegamenti tra ricerca educativa chimica e chimica in aula per informare l'innovazione nella didattica.
- Implementazione del caso Information Communication Technologies (ICT) come un aiuto e non un sostituto.
- In rete e la condivisione di esperienze.

1.1 Formazione iniziale degli insegnanti

I regolamenti e requisiti per la registrazione come insegnante di chimica in Irlanda sono stati aggiornati per creare una simmetria migliore tra Soggetto conoscenza dei contenuti e pedagogico Skills Training. Questo è importante alla luce dei doppi rotte per l'insegnamento di Chimica, sia la formazione simultanea o consecutiva.

I candidati devono dimostrare ufficialmente certificate di realizzazione soddisfacente negli studi di grado primario (o equivalente), come descritto qui: Lo studio della chimica come principale soggetto in grado si estende su almeno tre anni e dell'ordine del 30% ad un minimo di che periodo. I dettagli del contenuto del corso di laurea per mostrare che la conoscenza e la comprensione necessarie per insegnare la chimica al più alto livello in materia di istruzione post-primaria è stato acquisito. I candidati devono presentare i dettagli del corso e contenuto del lavoro pratico completato durante il corso di laurea con didattica / tempi tutoriali, liste di esperimenti ed esercitazioni, i dettagli espliciti di standard raggiunti in studi di laurea in Chimica con almeno un risultato complessivo Pass esami in Chimica . Riconoscimento per insegnare la chimica conferisce anche il riconoscimento per insegnare Science in programma Junior Certificate. [2]

1.2 Induzione e registrazione

È stato inoltre istituito un processo di induzione e completo di immatricolazione. E 'probabile che l'insegnamento della Chimica beneficerà dei nuovi regolamenti e tali requisiti più severi per i corsi di formazione simultanei o consecutivi con riguardo al soggetto della conoscenza Content allevierà i problemi precedenti identificati come impatti negativi sul l'insegnamento e l'apprendimento della chimica, quali Idee sbagliate circa concetti astratti che gli insegnanti trasmettono ai loro studenti *in perpetuum*. La questione di equivoci è stato discusso in precedenti lavori e questo è un settore in cui la ricerca della Chimica informa la formazione degli insegnanti.

1.3 Supporto per i nuovi insegnanti e insegnanti non specializzati

I servizi di sviluppo professionale per gli insegnanti (PDST) [3] ha sviluppato un corso per insegnanti di chimica che sono nuovi alla professione o nuovo al programma di chimica rivisto. Esso si concentra su un buon insegnamento in aula e apprendimento pratiche oltre a dare ai partecipanti una esperienza pratica per padroneggiare le competenze richieste nella realizzazione di una serie di esperimenti. Una sintesi dettagliata del programma è fornito con particolare attenzione alle questioni Leaving Certificate. Laboratorio biologico esperimenti pratici sono inclusi con l'accento sulla sicurezza e seguendo le procedure corrette, come indicato nel CD Obbligatorio Experiment. Gli insegnanti hanno l'opportunità di creare e preparare composti organici sotto gli occhi attenti dei loro manifestanti. Suggerimenti per la sicurezza, tecniche suggerimenti e domande d'esame relativi agli esperimenti sono coperti anche il giorno. Gli insegnanti sono dotati di una vasta gamma di risorse di chimica e siti web utili. Il CD obbligatoria è reso disponibile al Day 1 I laboratori si svolgono nell'arco di due giorni in tre luoghi diversi, e pre-prenotazione è essenziale.

La Royal Society of Chemistry ha anche collaborato con il PDST nei corsi di funzionamento per gli insegnanti che insegnano chimica a livello Junior Certificate anche se può non essere parte della loro qualifica primaria. Questi Chimica per i corsi non specialistici sono stati di grande successo e quelli gestiti a Limerick hanno coinvolto due della squadra di rete CIAAN. [4]

2 Sviluppo Professionale Continuo

Il PDST collabora con il Centro di Educazione di rete e altri organismi interessati a fornire opportunità di sviluppo professionale continuo. Un esempio è *iChemistry*, Un portale dove gli insegnanti possono accedere a una varietà di risorse per migliorare e integrare il loro materiale di classe. [5] Le risorse includono presentazioni PowerPoint, animazioni, grafica e fotografie. Tutto il materiale è stato raccolto e caricato da insegnanti di chimica irlandesi e viene condiviso gratuitamente per facilitare la collaborazione, la condivisione delle risorse e la creazione di reti tra gli insegnanti di chimica irlandesi. La chimica è tutto intorno a noi Network (CIAAN) workshop del progetto hanno sottolineato l'importanza delle risorse viene prodotto dagli insegnanti per gli insegnanti.

La PDST ha anche un Senior Cycle Chimica pagina argomento, che comprende notizie, link ad altri progetti e informazioni sui prossimi eventi e progetti. Ha sia un aspetto di collaborazione nazionale e internazionale. [6] Ad esempio, il PDST è il punto di contatto nazionale per Scientix in Irlanda. Scientix promuove e sostiene una cooperazione a livello europeo tra gli insegnanti STEM (scienza, tecnologia, ingegneria e matematica), i ricercatori istruzione, i responsabili politici e altri professionisti della formazione STEM. [7] Inoltre è offerto un sostegno nelle scuole su richiesta, e aggiornamenti riguardanti eventi e corsi di comunicarle.

2.1 Condivisione attraverso l'associazione

The Irish Science Teachers Association (ISTA) supporta gli insegnanti di scienze di tutte le materie scientifiche attraverso la loro rete di filiali in tutto il paese. Hanno un sottocomitato chimica che reagisce agli aggiornamenti curriculari proposte, modifiche curriculum, prove d'esame e, in generale opera per il miglioramento dell'insegnamento Chimica. [8] Gli insegnanti sono incoraggiati a unirsi alla loro filiale locale e partecipare a riunioni dove potranno ascoltare su state-of-the-art di idee per l'insegnamento di tutte le materie scientifiche.

3 Chemistry Education Research

3.1 Chimica Education Research - colmare una lacuna

Secondo Bunce e Robinson, Chimica Educazione, Ricerca, dovrebbe affrontare come gli studenti imparano, i fattori che influenzano l'apprendimento ei metodi per la valutazione che l'apprendimento. I risultati riportati devono essere comprensibili per praticare insegnanti di chimica e direttamente applicabile al processo di insegnamento / apprendimento. La ricerca deve essere basata la teoria; Le domande poste dovrebbero rilevanti per educatori chimici e in grado di essere testato attraverso il disegno sperimentale proposto; i dati raccolti devono essere verificabili; ed i risultati devono essere generalizzabili. [9]

Se ci fermiamo un momento a considerare il linguaggio usato tra insegnanti e studenti, esperti e docenti, compagni - quindi il 'Monotillation di Traxoline' esercizio attribuito a Judy Lanier mostrato in Figura 1 cristallizza alcune delle difficoltà che possiamo sostenere. [10] La maggior parte degli studenti o adulti che leggono questo passaggio rispondere a tutte le domande correttamente, ma che non indica che essi hanno alcuna comprensione del significato delle loro risposte.

La Monotillation di Traxoline

E 'molto importante che si impara a conoscere traxoline. Traxoline è una nuova forma di zionter. Si monotilled in Ceristanna. Le Ceristannians gristerlate grandi quantità di fevon e poi bracter a quasel traxoline. Traxoline può ben essere uno dei nostri snezlaus più lukised in futuro a causa della nostra zionter lescelandge.

- 1 Che cosa è traxoline?
- 2 Dove si traxoline monotilled?
- 3 Come viene traxoline quaselled?
- 4 Perché traxoline importante?

Figura 1: La Monotillation di Traxoline

Due degli obiettivi del progetto sono stati CIAAN a: creare una rete di esperti scientifici e gli insegnanti, al fine di ridurre la distanza esistente tra il mondo della ricerca scientifica e il mondo della scuola; e di organizzare conferenze transnazionali al fine di presentare la situazione attuale e le prospettive future in materia di istruzione scientifica. Tra le esperienze di maggior successo del progetto in Irlanda sono stati i laboratori dove esperti e docenti hanno condiviso le loro opinioni di carte e pubblicazioni provenienti da altri paesi e riconosciuto che i problemi in Irlanda fanno eco in tutti i partner europei. Ci hanno anche informato sui tipi di ricerca in didattica della Chimica / Scienze e iniziative in altri paesi, e gli insegnanti hanno dato la possibilità di pensare al loro oggetto e il loro insegnamento da nuove prospettive.

3.2 Gruppi Chimica Didattica Ricerca in Irlanda

Chemistry Education Research è una disciplina relativamente nuova, ma un certo numero di gruppi hanno sviluppato in tutto il paese, in gran parte, ma non sempre, con sede a collegi che offrono formazione iniziale degli insegnanti. La rete in Irlanda comprende i membri del Gruppo di Educazione Chemistry Research (CERG) presso l'Università di Limerick [11] e la Chimica Education Research Team (CERT) in Dublin Institute of Technology. Il primo è diretto dal dottor Peter Childs, un associato del CIAAN, che è rinomato a livello internazionale per il suo lavoro in questo campo. Peter Childs ha promosso una serie di iniziative per migliorare l'assorbimento e l'insegnamento di Chimica e ha scritto più recentemente sullo stato dell'educazione chimica in Irlanda. [12] Le tematiche di ricerca attuali del gruppo hanno fatto parte delle liste pubblicazioni per la CIAAN e comprendono affrontare le questioni di idee sbagliate nell'insegnamento della chimica e di apprendimento, [13] iniziative lingua in didattica della chimica [14] e di indagine basati per l'insegnamento e l'apprendimento tra cui il progetto salis. [15]

CERT ha legami molto stretti con la Royal Society of Chemistry e ha partecipato alla CIAAN ed è stato di riferimento per il suo lavoro su Learning Technology Enhanced. [16]

Dublin City University ha anche un team di ricerca attiva e il lavoro di Finlayson e Kelly su 'Competenze Auditing' per i nuovi studenti, e McLoughlin e Finlayson su 'approcci multidisciplinari' per cercare di migliorare le percezioni degli studenti e le esperienze in Chimica sono stati discussi all'interno della rete. [17] [18]

3.3 L'accesso alla Internazionale della Chimica, Educazione, Ricerca

La Royal Society of Chemistry pubblica Chimica Education Research and Practice (CERP) -. Un giornale per docenti, ricercatori e altri professionisti a tutti i livelli di istruzione della chimica [19] E 'pubblicato gratuitamente, per via elettronica, quattro volte l'anno. Gli obiettivi della rivista sono quasi specchi degli obiettivi di CIAAN: Per fornire ai ricercatori gli strumenti per pubblicare i loro lavori in pieno in una rivista dedicata esclusivamente alla didattica della chimica; Per offrire agli insegnanti di chimica a tutti i livelli un

luogo dove possono condividere idee e metodi per l'insegnamento e l'apprendimento della chimica efficaci; A **colmare il divario** tra i due gruppi in modo che i ricercatori avranno i loro risultati visti da coloro che potrebbero trarre beneficio dal loro utilizzo, e praticanti guadagnare da incontrare idee e risultati di coloro che hanno fatto uno studio particolare del processo di apprendimento. Il suo attuale direttore, Keith Taber, ha scritto molto sulla portata e il valore di Chimica Education Research. [20]

3.4 Il Centro Nazionale per l'Eccellenza in Matematica e Insegnamento e apprendimento

Il Centro Nazionale per l'Eccellenza in Matematica e Insegnamento e apprendimento (NCE-MSTL) è stato istituito presso l'Università di Limerick nel 2008 ed è un partner associato di CIAAN, oltre a fornire uno dei team di esperti. [21] I progetti del Centro affrontare questioni importanti come l'adattamento di buone pratiche nel campo della matematica e didattica delle scienze e l'apprendimento per l'uso in Irlanda da interventi di ricerca nelle scuole e altri istituti e pilotaggio tali pratiche. Questi vengono poi diffusi attraverso eventi CPD organizzati dal Centro e tutti i materiali sono disponibili sul sito NCE-MSTL.

4 Information Communication Technology (ICT) e Chimica Istruzione

4.1 ICT e Chimica Didattica

Il CIAAN ha raccolto un database di risorse, pubblicazioni e documenti - tutti accessibili attraverso le TIC. Molti di questi sono versioni elettroniche di pubblicazioni cartacee, ma ci sono anche link a programmi di modellazione, simulazioni e altri elementi di potenziale di apprendimento attivo. Gli insegnanti e gli esperti sono in gran parte stati positivi nelle loro osservazioni su tali risorse, ma in termini di Virtual Learning Environment (VLE) riconosciamo il commento di Michael Seery 'uno studio molto importante di studenti di chimica percezioni della loro formazione universitaria condotta dalla HEA Scienze Fisiche Centro (Higher Education Academy 2008) sulle loro percezioni della loro formazione universitaria. Alla domanda sul "e-learning", gli studenti hanno riferito che è stato il metodo di insegnamento meno efficace e meno piacevole. Un risultato simile è stato derivato da un uso istituzionale di ambienti di apprendimento virtuali tra diverse istituzioni in Irlanda '. [22] In effetti le risposte ai questionari circa le risorse CIAAN testati da insegnanti e studenti irlandesi hanno dimostrato che mentre gli studenti valutati l'immaginario e le componenti attive del lavoro, li vedevano come un add-on (a volte prendendo fino a gran parte del loro tempo di formazione) piuttosto che un sostituto per l'esperienza scolastica.

Seery e Claire McDonnell (un esperto CIAAN) ospite modificati un'edizione speciale di Chimica dell'Istruzione ricerca e pratica sul tema della tecnologia nella didattica della chimica. [23] Essi concludono che la tecnologia ha un posto di insegnamento, ma come un mezzo per sostenere e valorizzare piuttosto che come un sostituto per una buona pratica di insegnamento. Risorse multimediali possono essere efficaci in impalcature cognitive, ma la consapevolezza della loro efficacia e di come e quando deve essere usato è fondamentale.

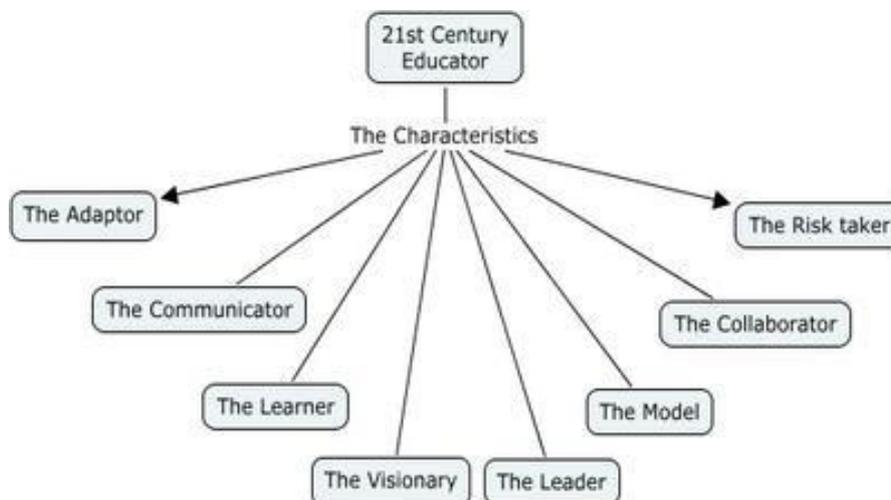


Figura 2: Le competenze del primo educatore ventunesimo secolo

4.2 Twenty-primi strumenti insegnante secolo

Per essere un efficace insegnante ventunesimo secolo, un insegnante deve avere le stesse competenze del XXI secolo, come i loro studenti sono tenuti ad avere, e devono anche essere abilitanti per gli studenti di acquisire e sviluppare queste abilità. È significativo il fatto che gran parte del CPD effettuata dal PDST in Irlanda l'ultimo numero di anni ha incentrato l'uso delle TIC nel migliorare l'insegnamento e l'apprendimento di Chimica. Un educatore impegnato si tiene aggiornato con nuove idee e tecnologie che possono essere implementate per contribuire a coinvolgere ed educare i loro studenti. Come mostra la Figura 2 mostra, il tradizionale metodo didattico di comunicare con gli studenti è lunga fuori moda, e l'insegnamento comporta un continuum di apprendimento, evoluzione e lo sviluppo di nuove competenze per l'insegnante e l'educatore. [24]

4.3 Una più eccellente risorsa basata sulle TIC: LearnChemistry

Nel corso delle discussioni sulle buone pratiche e di esperienze di successo, una fonte può essere definito più e più volte come repository di idee: la Royal Society of Chemistry Imparare portale di Chimica. [25] Questo sito è fantastico 2859 risorse per la didattica della chimica, categorizzati per gli alunni dalla prima elementare a livello post-secondario. Esso comprende: presentazioni, video, dispense, fogli di lavoro, Wiki, quiz, esperimenti, giochi, tutorial, siti web, Sostanze, Podcast, simulazioni, gli artt. Questa ricchezza di materiale è sorprendentemente ben selezionati e utenti provenienti da altri sei paesi CIAAN sono stati molto positivi su questa risorsa fantastica.

5. Conclusioni: L'importanza dell'attività di rete e condivisione

5.1 Esperienze di successo

Il gruppo di esperti, insegnanti e collaboratori nella squadra CIAAN irlandesi sono colleghi che hanno già collaborato in uno o più di un certo numero di modi; ricerca didattica della chimica, l'Irish Science Teachers Association, SciFest, PDST, workshop, conferenze Chemed, Centro Nazionale per l'Eccellenza in Matematica e Scienze della formazione, ecc tutti hanno un numero di cose in comune - ci piace insegnare Chimica / Scienze, stimiamo e partecipiamo in CPD, apprezziamo il valore di networking e condivisione. I nostri laboratori hanno seguito la pratica di partecipazione attiva e le osservazioni degli insegnanti ed esperti nei loro testimonianze valutare le loro esperienze del progetto:

'Io uso la sezione risorsa didattica del portale quasi ogni giorno durante la preparazione classi o in cerca di nuovi modi per insegnare un particolare argomento. Le risorse interattive sono particolarmente utili, come le TIC sono ormai parte integrante dell'esperienza di insegnamento e di apprendimento.'

Mairead Glynn

'Ogni volta che ci siamo incontrati ho lasciato sensazione eccitata e enthused sulla didattica e aveva un sacco di nuove idee da provare in classe.'

Michelle Herbert

Essere coinvolti in un progetto europeo di questo tipo è stata un'esperienza molto utile. Ha fornito sia i miei studenti e me con più risorse e una maggiore comprensione di come la chimica potrebbe essere insegnata e appresa in classe'.

Ciara O'Shea

5.2 Buone Pratiche

Test delle risorse da parte degli insegnanti e degli studenti dimostra che la preparazione e anticipo il test da parte degli insegnanti è importante. Gli studenti devono anche vedere dove la risorsa 'adatta' con i loro corsi. Ad esempio, un insegnante provato una simulazione di titolazione acido-base con un gruppo di studenti di livello secondario superiore. [26] Le valutazioni degli insegnanti e degli studenti hanno dimostrato che, mentre la risorsa era disponibile, era meglio utilizzato come revisione dopo il laboratorio reale e il lavoro teorico erano stati completati, per rafforzare i concetti coperti. Alcuni studenti hanno apprezzato il fatto che sono stati dati un feedback immediato ai calcoli, ma altri si sono lamentati che sia troppo tempo.

L'American Chemical Society ha individuato una serie di strategie per l'insegnamento di Chimica efficaci, a partire con il riconoscimento che ciò che vediamo e percepiamo nel mondo macroscopico è il risultato di interazioni a livello microscopico, e che ci aspettiamo che i nostri studenti di osservare macroscopicamente e spiegare microscopio. [27] Per l'impegno attivo degli studenti nell'apprendimento, pianificazione anticipata è di fondamentale importanza, come testimoniano i test CIAAN delle risorse. Spiralling il curriculum dei grandi concetti in contesti rilevanti per il livello micro astratto può aumentare il coinvolgimento degli studenti e la partecipazione alla classe chimica. Il ciclo di apprendimento 5E in figura 3 può essere un metodo di focalizzazione sul raggiungimento e buone pratiche. [28]

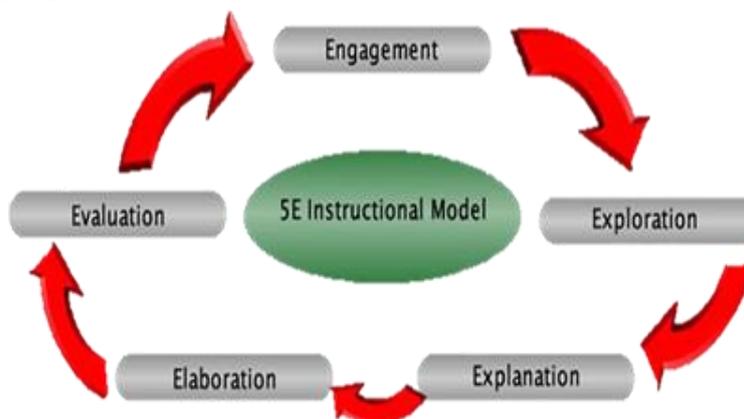


Figura 3: Il Ciclo 5E Learning

In ogni fase del ciclo vi è spazio per l'utilizzo delle risorse e idee condivise sul portale CIAAN. Tuttavia, il cuore del modello didattico è l'insegnante e un buon insegnamento, esperienze di successo e buone pratiche dipendono dalla volontà del docente di riflettere e sviluppare continuamente.

In conclusione, molto lavoro è stato fatto, più è in corso, e il consolidamento è auspicabile. La sostenibilità del lavoro è assicurata dall'impegno dei membri della rete e ha continuato la comunicazione e la collaborazione nonché la diffusione darà i suoi frutti.

6. Riferimenti

- [1] Shaw, G.B. (1903) Man and Superman, Massime per rivoluzionari.
- [2] Formazione iniziale degli insegnanti in Chimica: www.teachingcouncil.ie e soggetto criteri specifici
- [3] http://www.teachingcouncil.ie/_fileupload/Registration/General_and_Special_Requirements_for_Degree_Recognition_June2011%2053901607.pdf
- [3] corso di Chimica induzione <http://www.ista.ie/news/pdst-chimica-induzione-corso>
- [4] Chimica per i non specialisti <http://www.rsc.org/Education/Teachers/CPD/ChemNonSpec/index.asp>
- [5] iChemistry: <http://www.ichemistry.ie/>
- [6] <http://www.pdst.ie/sc/chemistry>
- [7] Scientix: <http://www.scientix.eu/web/guest/home;jsessionid=9BA717F3505B1760ED70D5223FC50AF4>
- [8] Irish Science Teachers Association: www.ista.ie
- [9] Bunce, D.M. e Robinson, WR "La ricerca in didattica della chimica - il terzo marchio della nostra professione," *Journal of Chemical Education*, 1997, 74 (9), p1076
- [10] "La Montillation di Traxoline" è stato scritto dal Dr. Judith Lanier, professore e decano emerito, Ministero della Pubblica Istruzione, Michigan State University
- [11] Chimica Educazione Gruppo di Ricerca: <http://www.cerg.ul.ie/>
- [12] Childs, a.e. (2014) Lo stato della formazione chimica in Irlanda, *irlandese Chemical News*, 1, 16-25. Disponibile online all'indirizzo <http://www.chemistryireland.org/html/ichemnews.html>.
- [13] Sheehan e Childs (2011) Frantendimenti Pre-Service irlandese Scienza insegnanti di Chimica, ESERA Conference Proceedings, disponibile all'indirizzo: <http://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/science-learning-and-citizenship/strand-12/>
- [14] Childs e Sheehan (2009) Che cosa è difficile di chimica? Un punto di vista irlandese, *Chimica Educazione, Ricerca e Pratica*, 10, 204
- [15] Chimica in azione! Issue 97 SALIS Speciale (2012) http://134.102.186.148/chemiedidaktik/salis_zusatz/material_pdf/special_issue_on_chemistry_in_action.pdf
- [16] Chimica Istruzione Research Team: <http://www.dit.ie/chemistry/research/cert/>
- [17] Kelly, OC, Finlayson, OE, (2010) Facilitare il passaggio dalla scuola secondaria all'istruzione superiore attraverso il riconoscimento delle competenze dei nostri studenti
- [18] 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>
- [19] Chimica Education Research and Practice: <http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/rp#!recentarticles&all>
- [20] Taber, K.S. "La natura e la portata di didattica della chimica come un campo," *Chimica Educazione, Ricerca e Pratica*, 2012, 13, 159-160
- [21] Centro Nazionale per l'Eccellenza in Matematica e Insegnamento e apprendimento <http://www.nce-mstl.ie/about-us.8.html>
- [22] Seery, M.K. (2013) Sfruttando la tecnologia in Chimica Istruzione. *New Directions* 9 (1), 77-86. DOI: 10,11120 / ndir.2013.00002
- [23] Seery, MK, McDonnell, C. (a cura di), L'applicazione della tecnologia per migliorare la didattica della chimica, *Chimica Educazione, Ricerca e Pratica* 01 luglio 2013, Issue 3, pp 223-353 <http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2013/rp/c3rp90006a>
- [24] <http://edorigami.wikispaces.com/Facilitating+21st+Century+Learning>
- [25] www.rsc.org/learn-chemica Inviato a http://chemistrynetwork.pixel-online.org/TRS_scheda.php?art_id=45&lck=&top=&pep=&sua=&tgl=<r=&q=
- [26] acido-base tutorial: <http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/stoichiometry/acid-base.html>

[27] Raccomandazioni per l'insegnamento della chimica liceo

<http://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/policies/recommendations-for-the-teaching-of-high-school-chemistry.pdf>

Ciclo di apprendimento [28] II 5E <http://mypage.siu.edu/~SIU851207991/5e.html>

