

Ensinar no centro da aprendizagem: Experiências bem-sucedidas e boas práticas no ensino de química na Irlanda

Marie Walsh

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

Abstract

Química é tudo em torno de nós: a nossa vida sem a química e os avanços que tem permitido em saúde, higiene, produção de energia, materiais e tecnologias seria muito diferente. Apesar desta realidade, a Química como disciplina escolar sofreu com percepções negativas, até mesmo com a palavra reações negativas inspiradoras "químicos". Também é considerada uma disciplina matemática e abstrata, mais adequada para apenas os mais capazes academicamente estudantes. No entanto, essas percepções são um desserviço à Química e seu valor para a sociedade como um todo. Desde as primeiras etapas da educação podemos inculcar uma apreciação de Química por sua própria causa, que pode ou não pode levar a mais estudantes de Química como disciplina no segundo e terceiro nível, mas que, pelo menos, restabelecer o equilíbrio para uma mais favorável e percepção positiva do valor de Química. Pergunte a qualquer cientista, engenheiro ou técnico profissional sobre como e por que eles escolheram o seu plano de carreira e muitas vezes eles vão dizer sobre uma pessoa especial que reconheceu, nutrida e incentivou a sua curiosidade quando eram mais jovens. Na maioria das vezes, essa pessoa será um educador, um professor ou um mentor, que tenha se envolvido com o exemplo: a curiosidade natural, métodos inovadores e um espírito de partilha com entusiasmo. O ensino é o cerne de aprender, e aprender a ensinar e de forma contínua auto-reflexão e actualização dos conhecimentos e métodos pedagógicos é vital. Este documento analisa experiências de sucesso e boas práticas no ensino de química na Irlanda, descrevendo a importância da formação inicial de professores e desenvolvimento profissional contínuo. Ele também destaca a importância de se conectar Chemistry Education Research com a Química na Sala de Aula.

1.Introdução

"Aquele que pode, faz. Aquele que não pode, ensina [1]. Nos 110 anos desde que George Bernard Shaw escreveu essas mudanças palavras, os sistemas de ensino tenham sofrido que viram a profissão docente tornar-se mais altamente regulamentados e mais intrinsecamente ligado à investigação de estilos pedagógicos. No caso das disciplinas científicas como Química, o ritmo de descoberta ao longo dos últimos 150 anos ou mais significa que o conhecimento do conteúdo assunto mudou drasticamente e os professores tiveram de lidar com as novas dimensões do conhecimento do assunto, além de novas formas de disseminar esse conhecimento no laboratório ou sala de aula. Adquirir um conhecimento profundo de Química é apenas uma parte do problema para um professor - a outra metade do desafio é ser capaz de transmitir esse conhecimento extenso passo a passo, de forma empática, construindo-se nas mentes dos alunos em uma lógica, raciocínio coerente e acessível do caráter molecular e reatividade da matéria. Nem todos os alunos vão passar a um estudo mais aprofundado de Química, mas de um ensinamento positivo e ambiente de aprendizagem que irão adquirir conhecimento sobre o valor de Química e competências transferíveis para suas vidas cotidianas. Outros irão usar os seus estudos de química de fundação em profissões como Medicina, Odontologia e Farmácia, e Química é um assunto central para muitas ciências aplicadas, como a biotecnologia ou forense. Ensinar não é para o esforço de coração fraco, mas muito mais no ensino de química podem se engajar, inspirar e informar os alunos e para a compreensão pública da ciência (PUS) é tudo o melhor para ele. Assim, experiências de sucesso e boas práticas são dependentes dos professores de Química desafiando-se, bem como os seus alunos.

Experiências exitosas e boas práticas pode ser dependente de uma série de grandes áreas:

- Formação inicial de professores, com o equilíbrio correto entre conteúdos Assunto e Pedagógico de Formação Profissional.
- Continuando o desenvolvimento pessoal com suportes adequados e conteúdo relevante.
- Fazer conexões entre a pesquisa em educação química e química na sala de aula para informar inovação no ensino.
- A implementação de informações adequadas Tecnologias da Comunicação (TIC) como uma ajuda e não um substituto.
- Rede e Compartilhamento de experiências.

1.1 Formação Inicial de Professores

Os regulamentos e as exigências para registro como professor de Química na Irlanda foram atualizados para criar uma melhor simetria entre conteúdos Assunto e Pedagógico de Formação Profissional. Isso é importante, tendo em conta o duplo rotas para ensino de Química, uma formação simultânea ou consecutiva.

Os candidatos devem comprovar oficialmente certificado de realização satisfatória em estudos de grau primário (ou equivalente), conforme descrito aqui: o estudo da química como um tema importante para o grau que se estende por pelo menos três anos e da ordem de 30%, no mínimo, de que período. Detalhes do conteúdo curso de graduação para mostrar que o conhecimento ea compreensão necessárias para o ensino de Química para o nível mais alto em educação pós-primária foi adquirido. Os candidatos devem apresentar detalhes do curso e conteúdo do trabalho prático concluída durante o programa de graduação em conjunto com ensino / vezes tutoriais, listas de experiências e aulas práticas, detalhes explícitos de padrões obtidos em estudos de graduação em Química, com pelo menos um resultado global passar nos exames de Química . Reconhecimento para ensinar Química também confere o reconhecimento de ensinar Ciência no programa de certificação Junior. [2]

1.2 Indução e de Registro

Um processo de indução e de registo completo também foi estabelecida. É provável que o ensino da Química será beneficiado com os novos regulamentos e os requisitos mais rigorosos para cursos de formação simultâneos ou consecutivos em relação ao conhecimento conteúdo da disciplina irá aliviar problemas anteriores identificados como os impactos negativos sobre o ensino ea aprendizagem de Química, como Equívocos sobre conceitos abstratos que os professores transmitem aos seus alunos *in perpetuum*. A questão de equívocos tem sido discutido em trabalhos anteriores e esta é uma área onde a pesquisa Educação Química é informar a formação de professores.

1.3 Apoio aos Professores recém-formados e professores não-especialistas

Os serviços de desenvolvimento profissional para professores (PDST) [3] desenvolveu um curso para professores de química que são novos para a profissão ou novo para o currículo de química revisto. Ele se concentra em um bom ensino em sala de aula e aprendizagem práticas, bem como os participantes, dando um hands-on experiência para dominar as habilidades necessárias para a realização de uma série de experimentos. Um resumo detalhado do programa é fornecido com particular ênfase para as questões certificado de conclusão. Laboratório Orgânica experimentos práticos são incluídos com a ênfase na segurança e seguir os procedimentos corretos conforme descrito no CD Experiência obrigatória. Os professores têm a oportunidade de montar e preparar compostos orgânicos sob o olhar atento de seus manifestantes. Dicas de segurança, técnicas de dicas e questões do exame relacionadas com as experiências também são abordados no dia. Os professores dispõem de uma ampla gama de recursos de química e sites úteis. O CD Obrigatória é disponibilizado no dia 1 As oficinas são realizadas em dois dias, em três locais diferentes, e pré-reserva é essencial.

A Royal Society of Chemistry, também tem colaborado com a PDST em cursos de corrida para os professores que estão ensinando Química a nível Certificado Júnior ainda que não pode ser parte de sua qualificação primária. Estes Química para cursos não-especializados têm sido muito bem sucedidos e aqueles executados em Limerick envolveram dois da equipe de rede CIAAN. [4]

2 Desenvolvimento Profissional Contínuo

O PDST colabora com o Centro de Educação e outros órgãos interessados para oferecer oportunidades de desenvolvimento profissional contínuo. Um exemplo é *iChemistry*, Um portal onde os professores podem acessar uma variedade de recursos para melhorar e completar o seu material de aula. [5] Os recursos incluem apresentações em PowerPoint, animações, gráficos e fotografias. Todo o material foi recolhido e carregado por professores de química irlandeses e está sendo compartilhado de forma gratuita para facilitar a colaboração, compartilhamento de recursos e criação de redes entre os professores de química irlandeses. A Química é All Around Us Network (CIAAN) oficinas do projeto têm destacado a importância dos recursos que estão sendo produzidos por professores para professores.

O PDST também tem um Assunto Química Ciclo sênior, que inclui notícias, links para outros projetos e informações sobre os próximos eventos e projetos. Ela tem tanto um aspecto colaborativo nacional e internacional. [6] Por exemplo, o PDST é o ponto de contacto nacional para Scientix na Irlanda. Scientix promove e apoia uma colaboração a nível europeu entre STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) professores, pesquisadores em educação, formuladores de políticas e outros profissionais da educação STEM. [7]

Além de apoio escolar é oferecido a seu pedido, e atualizações sobre eventos e cursos são distribuídos.

2.1 Compartilhando através da associação

O irlandês Associação de Professores de Ciências (ISTA) apoia professores de ciências de todas as disciplinas de ciências por meio de sua rede de agências em todo o país. Eles têm uma sub-comissão de Química, que reage à atualizações curriculares propostas, mudanças curriculares, provas e, geralmente, faz lobby para a melhoria do ensino de Química. [8] Os professores são incentivados a participar de sua filial local e participar de reuniões onde eles vão ouvir sobre as idéias de state-of-the-art para o ensino de todas as disciplinas científicas.

3 Chemistry Education Research

3.1 Chemistry Education Research - colmatar uma lacuna

Segundo Bunce e Robinson, Química, Educação, Investigação deve abordar como os alunos aprendem, os fatores que afetam a aprendizagem e os métodos para avaliar a aprendizagem. Os resultados reportados devem ser compreensíveis para a prática de professores de química e directamente aplicável ao processo de ensino / aprendizagem. A pesquisa deve ser teoria baseada; as perguntas devem relevante para educadores químicos e capaz de ser testado através do desenho experimental proposto; os dados coletados devem ser verificáveis; e os resultados devem ser generalizados. [9]

Se pararmos por um momento para considerar linguagem usada entre professores e alunos, especialistas e professores, colegas -, então o 'Monotillation de Traxoline "exercício atribuída a Judy Lanier mostrado na Figura 1 cristaliza algumas das dificuldades que podemos incorrer. [10] A maioria dos estudantes ou adultos que lêem esta passagem responder todas as perguntas corretamente, mas isso não indica que eles têm alguma compreensão do significado de suas respostas.

O Monotillation de Traxoline

É muito importante que você aprenda sobre traxoline. Traxoline é uma nova forma de zionter. É monotilled em Ceristanna. Os Ceristannians gristerlate grandes quantidades de fevon e, em seguida, que a bracter quasel traxoline. Traxoline pode muito bem ser um dos nossos snezlaus mais lukised no futuro por causa da nossa lescelidge zionter.

- 1 O que é traxoline?
- 2 Onde está traxoline monotilled?
- 3 Como é traxoline quaselled?
- 4 Por que é traxoline importante?

Figura 1: A Monotillation de Traxoline

Dois dos objetivos do projeto CIAAN foram para: criar uma rede de peritos científicos e professores, a fim de reduzir a distância existente entre o mundo da investigação científica e do mundo da escola; e organizar conferências transnacionais, a fim de apresentar a situação atual e as perspectivas futuras sobre a educação científica. Entre as experiências mais bem-sucedidas do projeto em Portugal têm sido as oficinas onde especialistas e professores compartilharam suas opiniões de artigos e publicações de outros países e reconhecido que os problemas na Irlanda encontram eco em todos os parceiros europeus. Nós também foram informados sobre os tipos de pesquisa em educação Química / Ciência e iniciativas em outros países, e os professores tiveram a oportunidade de pensar sobre o seu assunto e seu ensino a partir de novas perspectivas.

3.2 grupos Chemistry Education Research na Irlanda

Chemistry Education Research é uma disciplina relativamente nova, mas uma série de grupos têm desenvolvido em todo o país, em grande parte, mas não sempre, com base nas faculdades que oferecem Formação Inicial de Professores. A rede na Irlanda inclui membros do Grupo de Pesquisa em Educação Química (CERG) na Universidade de Limerick [11] e da Pesquisa em Educação Química de equipe (CERT) em Dublin Institute of Technology. O primeiro é dirigido pelo Dr. Peter Childs, um associado da CIAAN, que é reconhecido internacionalmente por seu trabalho neste campo. Peter Childs tem promovido uma série de iniciativas para melhorar a absorção e ensino de Química e escreveu recentemente sobre o estado da educação química na Irlanda. [12] Os atuais temas do grupo de pesquisa têm feito parte das listas de publicações para o CIAAN e incluem abordar as questões de equívocos no ensino de química e de aprendizagem [13], iniciativas linguagem em química educação [14] e da investigação com base em para o ensino e aprendizagem, incluindo o projeto de Salis. [15]

CERT tem laços muito estreitos com a Royal Society of Chemistry e participou da CIAAN e foi referenciado por seu trabalho sobre a aprendizagem de Tecnologia Avançada. [16]

Dublin City University também tem uma equipa de investigação activa eo trabalho de Finlayson e Kelly em "competências de auditoria" para novos alunos, e McLoughlin e Finlayson em abordagens multidisciplinares "para tentar melhorar as percepções de estudantes e experiências na área de Química foram discutidas no âmbito da rede. [17] [18]

3.3 Acesso ao Ensino Pesquisa Internacional de Química

A Royal Society of Chemistry publica Chemistry Education Research and Practice (CERP) -. Uma revista para professores, pesquisadores e outros profissionais em todos os níveis de ensino de química [19] Ele é publicado de forma gratuita, por via electrónica, quatro vezes por ano. Os objetivos da revista são quase espelhos dos objectivos do CIAAN: Para fornecer aos pesquisadores os meios para publicar o seu trabalho na íntegra em uma revista exclusivamente dedicada ao ensino de química; Para oferecer aos professores de química em todos os níveis um lugar onde eles podem compartilhar idéias e métodos para o ensino e aprendizagem de química eficazes; Para **preencher a lacuna** entre os dois grupos para que os

pesquisadores terão seus resultados visto por aqueles que poderiam se beneficiar de usá-los, e os profissionais vão ganhar do encontro com as idéias e os resultados daqueles que têm feito um estudo particular do processo de aprendizagem. Seu editor atual, Keith Taber, tem escrito extensivamente sobre o alcance eo valor de Química Educação Research. [20]

3.4 O Centro Nacional de Excelência em Matemática e Ciências Ensino e Aprendizagem

O Centro Nacional de Excelência em Matemática e Ciências Ensino e Aprendizagem (NCE-MSTL) foi criada em Universidade de Limerick em 2008 e é um parceiro associado do CIAAN, bem como proporcionar um da equipe de especialistas. [21] Projetos do Centro de abordar questões importantes como a adaptação de boas práticas em matemática e ensino de ciências e de aprendizagem para utilização na Irlanda por intervenções de pesquisa em escolas e outros institutos e pilotar essas práticas. Estes são depois divulgados através de eventos CPD organizados pelo Centro e todos os materiais são disponibilizados no site do NCE-MSTL.

4 Tecnologia da Informação Comunicação (TIC) e Educação Química

4.1 TIC e Ensino de Química

O CIAAN reuniu uma base de dados de recursos, publicações e trabalhos - todos acessíveis através das TIC. Muitos deles são versões eletrônicas de publicações em papel, mas há também links para programas de modelagem, simulações e outros elementos do potencial de aprendizagem ativa. Os professores e especialistas têm sido largamente positivo em seus comentários sobre estes recursos, mas em termos de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), reconhecemos o comentário de Michael Seery "um estudo muito valioso de estudantes de química a percepção de sua formação universitária conduzida pelo HEA Centro de Ciências Físicas (Higher Education Academy 2008) sobre suas percepções de sua formação universitária. Quando perguntado sobre "e-learning", os alunos relataram que era o método de ensino menos eficaz e menos agradável. Resultado semelhante foi obtido a partir uso institucional de ambientes virtuais de aprendizagem em várias instituições na Irlanda ". [22] Na verdade respostas a questionários sobre recursos CIAAN testados por professores e estudantes irlandeses mostrou que, enquanto os alunos valorizado o imaginário e os componentes ativos do trabalho, eles viam como um add-on (às vezes levando até muito do seu tempo a educação) em vez de uma substituição para a experiência da sala de aula.

Seery e Claire McDonnell (um especialista em CIAAN) convidado editada uma edição especial de Química, Educação, Investigação e Prática sobre o tema da tecnologia na educação química. [23] Eles concluem que a tecnologia tem um lugar no ensino, mas como um meio para apoiar e melhorar e não como um substituto para uma boa prática de ensino. Recursos multimídia pode ser eficaz no andaime cognitivo, mas a consciência de sua eficácia e como e quando deve ser usado é fundamental.

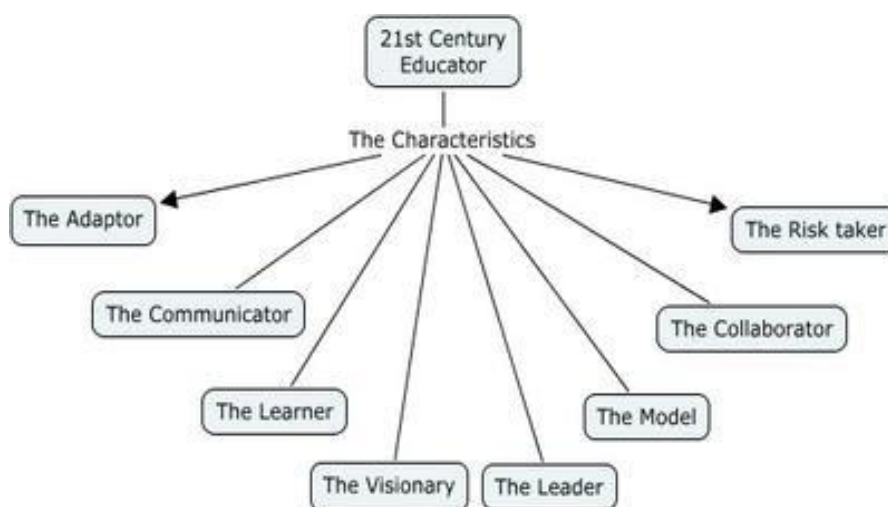


Figura 2: As habilidades do século XXI educador

4.2 vigésimo primeiro século ferramentas do professor

Para ser um bom professor do século XXI, um professor deve ter as mesmas habilidades do século XXI como seus alunos devem ter, e eles também devem ser facilitadores para os alunos a adquirir e desenvolver essas habilidades. É significativo que a maior parte do CPD realizado pela PDST na Irlanda no último número de anos tem-se centrado em torno do uso das TIC na melhoria do ensino de Química e de aprendizagem. Um educador comprometido irá manter-se atualizado com novas idéias e tecnologias que podem ser implementadas para ajudar a envolver e educar os seus alunos. Como mostra a Figura 2, o método didático tradicional de se comunicar com os alunos é muito tempo fora da data, e ensino envolve um contínuo de aprendizagem, evolução e desenvolvimento de novas competências para o professor, assim como o educador. [24]

4.3 Uma mais excelente recurso, baseados nas TIC: LearnChemistry

Ao longo dos debates sobre boas práticas e experiência bem sucedida, uma fonte pode ser encaminhado para uma e outra vez como um repository de idéias: a Royal Society of Saiba portal da Química. [25] Este site fantástico tem 2.859 recursos para ensino de química, categorizados para os alunos desde cedo primário para o nível pós-secundário. Inclui: apresentações, vídeos, apostilas, planilhas, wikis, questionários, experimentos, jogos, tutoriais, sites, Substâncias, podcasts, simulações, artigos. Esta riqueza de material é surpreendentemente bem selecionados e os revisores de outros seis países da CIAAN foram altamente positivas sobre esse recurso fantástico.

5 Conclusões: A Importância da Rede e Compartilhamento

5.1 Experiências de Sucesso

O grupo de especialistas, professores e colaboradores na equipe CIAAN irlandês são colegas que já trabalharam anteriormente em um ou mais de um número de maneiras; pesquisa em educação química, o Science Teachers Association irlandês, SciFest, PDST, workshops, conferências Chemed, Centro Nacional de Excelência em Matemática e de Ciências da Educação, etc Todos nós temos uma série de coisas em comum - nós adoramos ensinar Química / Ciência, valorizamos e participar de CPD, nós apreciamos o valor do trabalho em rede e compartilhamento. Nossas oficinas têm seguido a prática af participação ativa e os comentários dos professores e especialistas em seus depoimentos avaliar as suas experiências do projeto:

"Eu uso a seção de recursos de ensino do portal quase todos os dias ao preparar as aulas ou à procura de novas maneiras de ensinar um tema específico. Os recursos interativos são particularmente úteis, como as TIC são agora uma parte integrante da experiência de ensino e aprendizagem. "

Mairead Glynn

"Cada vez que nos encontramos eu parti energizado e entusiasmado sobre o ensino e tinha muitas idéias novas para experimentar em sala de aula. "

Michelle Herbert

Estar envolvido num projecto europeu desta natureza tem sido uma experiência muito interessante. Ele forneceu os meus alunos e me com mais recursos e uma maior compreensão de como a química pode ser ensinado e aprendido em sala de aula ".

Ciara O'Shea

5.2 Boas Práticas

Teste de recursos por parte dos professores e alunos mostra que a preparação e avançar testes pelos professores é importante. Os alunos devem também ver onde o recurso 'encaixa' com os seus cursos. Por exemplo, um professor testou uma titulação simulação ácido-base com um grupo de estudantes de nível secundário. [26] o professor eo aluno avaliações mostraram que, enquanto o recurso foi útil, foi melhor usado como revisão após o laboratório real e trabalho teórico tinha sido concluída, para reforçar os

conceitos abordados. Alguns alunos gostaram do fato de que eles receberam um feedback instantâneo com os cálculos, mas outros reclamaram sobre ele ser muito demorado.

A American Chemical Society identificou uma série de estratégias para o ensino de Química eficaz, começando com o reconhecimento de que o que vemos e percebemos no mundo macroscópico é resultado de interações no nível microscópico, e que esperamos que os nossos alunos a observar macroscopicamente e explicar microscopicamente. [27] Para o envolvimento dos alunos na aprendizagem ativa, planejamento prévio é fundamental, como testemunhado por testes CIAAN de recursos. Spiralling o currículo dos conceitos gerais em contextos relevantes para a micro nível abstrato pode aumentar o envolvimento dos alunos ea participação na aula de química. O ciclo de aprendizagem 5E na Figura 3 pode ser um método de se concentrar em alcançar e Boas Práticas. [28]

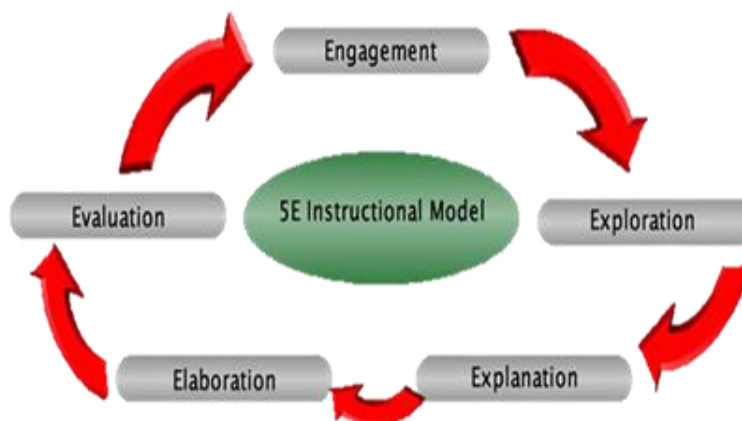


Figura 3: O Ciclo 5E de Aprendizagem

Em cada etapa do ciclo há espaço para a utilização de recursos e idéias compartilhadas no portal CIAAN. No entanto, o cerne do modelo de ensino é o professor e um bom ensino, experiências de sucesso e boas práticas dependem da disposição do professor para refletir e desenvolver continuamente.

Em conclusão, muito trabalho tem sido feito, mais está em curso, e consolidação é desejável. A sustentabilidade do trabalho é assegurada pelo compromisso dos membros da rede e comunicação e colaboração, bem como a divulgação continuou dará frutos.

6. Referências

- [1] Shaw, G. B. (1903) Man and Superman, Maxims para os revolucionários.
- [2] Formação inicial de professores de Química: critérios específicos www.teachingcouncil.ie e Assunto
- [3] http://www.teachingcouncil.ie/_fileupload/Registration/General_and_Special_Requirements_for_Degree_Recognition_June2011%2053901607.pdf
- Curso de Química Indução <http://www.ista.ie/news/pdst> curso de indução química-[3]
- [4] Química para não especialistas <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 "A pesquisa em ensino de química - a terceira marca da nossa profissão", *Journal of Chemical Education*, 1997, 74 (9), P1076
- [10] "O Montillation de Traxoline" foi escrito por Dr. Judith Lanier, professor e reitor emérito, Departamento de Educação, Universidade do Estado de Michigan
- [11] Chemistry Education Research Group: <http://www.cerg.ul.ie/>
- [12] Childs, P.E. (2014) O estado da educação química na Irlanda, *Irish Chemical News*, 1, 16-25. Disponível online em <http://www.chemistryireland.org/html/ichemnews.html>.

- [13] Sheehan e Childs (2011) Equívocos de Química, Ésera Conference Proceedings pré-serviço irlandeses professores de ciências ", disponível em:
<http://www.esera.org/publications/esera-conference-proceedings/science-learning-and-citizenship/strand-12/>
- [14] Childs e Sheehan (2009) O que é difícil de química? Uma perspectiva irlandesa, Química, Educação, Investigação e Prática, 10, 204
- [15] Química em Ação! Issue 97 Salis Especial (2012)
http://134.102.186.148/chemiedidaktik/salis_zusatz/material_pdf/special_issue_on_chemistry_in_action.pdf
- [16] Chemistry Research Team Educação: <http://www.dit.ie/chemistry/research/cert/>
- [17] Kelly, OC, Finlayson, OE, (2010) Facilitar a transição da escola secundária ao ensino superior através do reconhecimento das competências dos nossos alunos
- [18] McLoughlin, E., Finlayson, O. (2011) Envolver alunos do primeiro ano, através de uma abordagem multidisciplinar
<http://icep.ie/wp-content/uploads/2011/02/Engaging-first-year-science-students-through-a-multidisciplinary-approach.pdf>
- [19] Chemistry Education Research and Practice:
<http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/rp#!recentarticles&all>
- [20] Taber, K.S. "A natureza eo alcance do ensino de química como um campo," Chemistry Education Research and Practice, 2012, 13, 159-160
- [21] Centro Nacional de Excelência em Matemática e Ciências Ensino e Aprendizagem
<http://www.nce-mstl.ie/about-us.8.html>
- [22] Seery, M.K. (2013) Aproveitar Tecnologia na Educação Química. New Directions 9 (1), 77-86. DOI: 10,11120 / ndir.2013.00002
- [23] Seery, MK, McDonnell, C. (eds) A aplicação da tecnologia para melhorar o ensino de química, Química, Educação, Investigação e Prática, 01 de julho de 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-química Avaliado em
http://chemistrynetwork.pixel-online.org/TRS_scheda.php?art_id=45&lck=&top=&pep=&sua=&tgl=<r=&q=
- [26] ácido-base tutorial:
<http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/stoichiometry/acid-base.html>
- [27] Recomendações para ensino de química do ensino médio
<http://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/policies/recommendations-for-the-teaching-of-high-school-chemistry.pdf>
- [28] A 5E Ciclo de aprendizagem <http://mypage.siu.edu/~SIU851207991/5e.html>