

A ABORDAGEM POE (PREDIZER, OBSERVAR e EXPLICAR): UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

THE POE APPROACH (PREDICT, OBSERVE AND EXPLAIN): A DIDACTIC STRATEGY IN THE INITIAL FORMATION OF CHEMISTRY TEACHERS

Maria Cristina Aguirre Schwahn¹, Juliana da Silva¹, Tales L. Costa Martins¹

1-PPGECIM - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática –
Universidade Luterana do Brasil, ULBRA, Canoas-RS- cristinaschwahn@gmail.com

Resumo

Estratégias didáticas são importantes não só na facilitação do processo ensino-aprendizagem, mas também na formação inicial de professores por favorecerem a construção do conhecimento científico. Este trabalho teve como objetivos analisar a visão de alunos de um curso de formação inicial em licenciatura em Química quanto ao uso do laboratório no ensino de Química bem como avaliar suas concepções ao final da atividade proposta com o uso de uma estratégia didática para as atividades experimentais – POE (Predizer, Observar, Explicar).

Palavras-chave: atividades experimentais, formação inicial, POE.

Abstract

Not only are strategies important to the facilitation of the teaching-learning process, but they are also important to the initial formation of teachers, because of the fact that they support the construction of the scientific knowledge. This work has aimed at the analysis of the view of students in a course of initial formation of the degree of licentiate in chemistry, concerning the use of the laboratory in the chemistry teaching as well as evaluating its conceptions to the end of the activity proposal of didactic strategy for experimental activities - POE (Predict, Observe, Explain).

Keywords: experimental activities, initial formation, POE.

Introdução

A origem do trabalho experimental nas escolas foi, há mais de cem anos, influenciada pelo trabalho experimental que era desenvolvido nas universidades. Tinha por objetivo melhorar a aprendizagem do conteúdo científico, pois os alunos aprendiam os conteúdos, mas não sabiam aplicá-los. Passado todo esse tempo, o problema continua presente no ensino de Ciências (Izquierdo *et al.*, 1999). Existe muita pesquisa sendo realizada sobre o ensino experimental e seus resultados mostram que elas não são as respostas para todo e qualquer problema que se tenha no ensino de Ciências (Gabel, 1994; Tobin e Fraser, 1998; Wellington, 1998). Este, no entanto, não parece ser o entendimento dos professores. As atividades experimentais, embora aconteçam pouco nas salas de aula, são apontadas como a solução que precisaria ser colocada em prática para a tão esperada melhoria no ensino de Ciências (Gil-Pérez *et al.*, 1999).

Um dos problemas que pode ser apontado nas aulas experimentais se deve a estas ocorrerem em um ambiente estruturado, onde o aluno apenas segue o roteiro que lhe é apresentado. Assim, tais atividades, às vezes, são efetuadas como mera coleta de dados, não sendo levada em conta à interpretação dos resultados, onde “*conhecer, compreender, aplicar, analisar, sintetizar e avaliar*” não são considerados (Domin, 1999). As práticas de laboratório

quando utilizadas de forma tradicional colocam o aluno seguindo um roteiro “de pesquisa” pré-estabelecido pelo professor, coletando dados, verificando medidas, etc. Os resultados encontrados são comparados aos conteúdos passados em sala de aula. Na realidade o aluno recebe uma receita da qual já conhece o resultado final (Tamir, 1991) que, na maioria das vezes, não tem valor nenhum para o enriquecimento de seus conhecimentos dentro da sociedade da qual faz parte.

No entanto, o uso do laboratório de Química de uma forma não *reprodutiva* pode ser relevante se estas atividades experimentais forem vinculadas a uma metodologia adequada e integrada aos conteúdos que estão sendo estudados, despertando no aluno seu lado criativo e investigativo, podendo vir a tornar-se um importante aliado no ensino-aprendizagem.

A abordagem Predizer, Observar, Explicar, (POE), é bem conhecida e utilizada em simulações computacionais como estratégia para promover o conflito cognitivo estabelecido durante a simulação em programas de simulação (Tao e Gunstone, 1999). Esta estratégia é constituída de três etapas: o PREDIZER, onde os alunos, divididos em grupos ou individualmente, discutem o problema proposto e, através da troca de experiências, predizem o resultado esperado. A seguir os alunos deverão OBSERVAR o que ocorrerá durante a realização do experimento e por fim, tentam EXPLICAR os resultados obtidos, comprovando ou não o que foi predito no início (Oliveira, 2003).

Atualmente vários estudos utilizam esta abordagem como auxiliar na investigação de conceitos relacionados à Química e a Física (Balén, 2005; Santos, 2005; Dorneles, 2006) e poderá ser um recurso didático a ser utilizado nas atividades práticas de Química (Oliveira, 2003), auxiliando na construção do conhecimento. O emprego desta estratégia didática favorece tanto o caráter investigativo quanto a capacidade de tomada de decisão além de colaborar para a formação do pensamento crítico.

Durante a realização de uma aula de laboratório, o aluno pode prever o resultado de um determinado experimento, justificando esta predição com os conhecimentos prévios adquiridos em sala de aula e, também, com aqueles trazidos do seu cotidiano. A observação ocorre durante a realização do experimento proposto onde o aluno observa e anota tudo o que ocorre, tentando relacionar com o que foi predito no início do experimento. A explicação é a etapa final e este é o momento em que o aluno verifica se ocorreu ou não diferenças entre o que foi predito no início do experimento e o que foi observado durante sua realização. É importante que a seqüência do *predizer, observar, explicar* seja seguida para que a atividade proposta tenha seus objetivos alcançados. Assim é possível que os alunos ao trabalharem em grupos possam compartilhar opiniões, predições e interpretações (Crook *apud* Tao e Gunstone, 1999).

Este trabalho teve como objetivos analisar a visão de alunos de um curso de formação inicial em licenciatura em Química quanto ao uso do laboratório no ensino de Química bem como avaliar suas concepções ao final da atividade proposta com o uso de uma estratégia didática para as atividades experimentais – POE (Predizer, Observar, Explicar).

Metodologia

Esta pesquisa foi realizada com alunos matriculados na disciplina de Estágio Supervisionado em Química II, do turno da noite (2007/I), do curso de Licenciatura em Química da Universidade Luterana do Brasil, em Canoas/RS. O trabalho de pesquisa realizado compreendeu cinco encontros consecutivos durante o semestre, com a duração de 4h/aula cada encontro. Um total de vinte estudantes participou das atividades desenvolvidas durante a pesquisa, porém na análise dos instrumentos de pré e pós-testes foram avaliados apenas doze estudantes, daqueles que participaram de todos os encontros. Os entrevistados possuíam em média 26 anos, e o grupo era composto por 58% de homens e 42% de mulheres.

No primeiro encontro, inicialmente foi aplicado um pré-teste com a finalidade de verificar as concepções dos futuros professores sobre o uso e as metodologias utilizadas em aulas

de Laboratório de Química. O pré-teste foi constituído de 13 questões fechadas e 2 abertas com o intuito de obter dos participantes informações mais pertinentes sobre o uso do laboratório no ensino de Química. No segundo momento deste encontro os alunos foram divididos em dois grupos para que fosse feita a leitura de dois artigos relacionados com o uso do laboratório de química. Para tanto foi utilizado o artigo “*O papel do Laboratório no Ensino de Ciências*”, texto de Borges (1997). Neste artigo, o autor discute como as atividades práticas são tradicionalmente usadas e quais os objetivos que os professores e os alunos associam a essas práticas, apontando ainda alternativas para um ensino prático-experimental mais efetivo. O segundo artigo “*Atividades Experimentais: Primeira Etapa para uma Mudança Didática no Ensino de Ciências*”, texto de Cunha e colaboradores (2005), os autores propõem uma mudança na didática do ensino, visando que o ensino tradicional focado na transmissão de conteúdos seja substituído por um enfoque na aprendizagem reflexiva, participativa e questionadora por parte dos alunos. Após a leitura dos artigos foi realizado um debate, sendo apontadas pelos pesquisadores as principais falas dos alunos.

No segundo encontro ocorreu uma aula expositiva comparando o uso dos laboratórios de Química na visão tradicional e na visão humanista de ensino. Assim, fez-se a exposição do papel do professor Facilitador, usando como referencial teórico a Teoria de Aprendizagem Significante de Rogers (Moreira, 1999).

No terceiro encontro os alunos conheceram a abordagem POE, normalmente utilizada em simulações computacionais, mas aqui usada como metodologia para a realização de experimentos químicos e a viabilidade como possível facilitadora de aprendizagem (Oliveira, 2003). Após o término da aula expositivo-dialogada, foi solicitado aos alunos que se distribuíssem em pequenos grupos e elaborassem uma aula experimental, usando para isso a abordagem POE. Ficou combinado que os alunos iriam demonstrar estas aulas no laboratório de Química no quinto encontro.

O encontro seguinte, quarto, ocorreu no laboratório de Química. Este foi dividido em duas etapas para que os alunos pudessem realizar, em grupos, dois experimentos descritos a seguir:

- Experimento 1: “*O Arco-Íris Químico – Identificando Soluções ácido-base*” (Cruz, 1995).

O primeiro experimento consistia em um roteiro tradicional onde os alunos apenas deveriam seguir todas as etapas propostas para sua realização. O diferencial apresentado neste experimento foi o uso de material alternativo como indicador ácido/base das soluções apresentadas. Os alunos tiveram que preparar uma solução de repolho roxo para identificar o pH das soluções (Cruz, 1995).

- Experimento 2: “*Cinética Química – O que é velocidade de reação e como esta pode ser afetada?*” (Mortimer e Machado, 2004).

Aplicado de forma simples, visa à utilização de comprimidos efervescentes para verificar a influência dos fatores temperatura e superfície de contato sobre a velocidade da reação (Mortimer e Machado, 2004). Este experimento também consistia de um roteiro, mas não de como realizá-lo. O experimento foi adaptado (abordagem POE) com a inclusão de questões norteadoras (guia POE) para conduzir e instigar o aluno na realização da prática (Oliveira, 2003).

O quinto e último encontro ocorreu no laboratório de Química. Neste os alunos, em grupos, demonstraram suas práticas usando a abordagem POE.

Em um encontro posterior a estas atividades (duas semanas) realizou-se o pós-teste, com questões similares ao pré-teste, apresentadas de forma reestruturada (cindo questões abertas), a fim de avaliar a ocorrência ou não de uma possível evolução nas concepções dos alunos participantes sobre o uso do laboratório de Química e da nova abordagem metodológica.

Resultados e Discussão

Nos resultados do pré-teste buscamos identificar as concepções que os alunos de licenciatura possuem sobre o uso dos laboratórios no ensino de Química. Assim, em uma das questões do pré-teste, solicitou-se aos graduandos que dessem uma ordem para as estratégias mais adequadas para o ensino de Química. Foram apresentadas oito estratégias das quais consideramos as cinco que apareceram com maior frequência.

Em torno de 50% dos graduandos concordam que atividades práticas apresentam maior importância que as outras estratégias de ensino e devem ser utilizadas como um recurso para complementar aula expositiva.

Eles concordam que o uso do laboratório de Química completaria o processo de ensino-aprendizagem. No entanto, 83% destes professores estão de acordo que aulas experimentais devem ser utilizadas para verificar e comprovar os conteúdos (leis e teorias) vistos em aula. Segundo Borges (1997) esse objetivo é considerado enganoso, pois o sucesso da atividade é garantido de antemão por sua preparação adequada, conduzindo o aluno a obter respostas certas ou procurar “corrigi-las”. Como consequência disso, o aluno tende a exagerar a importância de seus resultados experimentais e adquire uma compreensão ilusória da relação entre teoria e observação (Hodson, 1988). Muitas vezes o próprio professor é vítima desse raciocínio e passa a evitar certas atividades porque elas “não dão certo” (Borges, 1997).

Quanto ao uso do laboratório de forma lúdica, uma forma descontraída de ensinar, observa-se que 75% dos entrevistados concordam com a utilização do laboratório com este objetivo, observando-se também que 67% consideram apropriado o uso do laboratório para quebrar a monotonia de aulas expositivas. Merçon (2003) comenta que tais resultados mostram o uso do laboratório de forma motivadora.

Ao serem questionados quanto ao laboratório contribuir para a evolução e o enriquecimento do aluno, 92% dos entrevistados apresentaram essa visão, a qual pode ser relacionada com a concepção humanista de ensino. Porém uma porcentagem significativa deles (75%) acredita que o laboratório deve ser utilizado de forma sistemática, por etapas. Isto mostra uma visão confusa por parte dos professores sobre o uso dos laboratórios já que o processo de ensino-aprendizagem na visão humanista implica técnicas de dirigir sem dirigir, ou seja, dirigir a sua própria experiência para que, dessa forma possa estruturar-se a agir (Mizukami, 1986).

Estes resultados na avaliação do pré-teste apontaram para idéias confusas a respeito do uso do laboratório e mostra uma forte tendência em reproduções de técnicas em relação às atividades experimentais no ensino de Química, o que também já é conhecido na literatura com professores em atividade (Zanon e Silva, 2000; Lima e Marcondes, 2005).

Segundo Santos (2005) a formação inicial parece ser uma das principais responsáveis pelas dificuldades enfrentadas pelos professores sobre a utilização de aulas de laboratório como estratégia didática. Na grande maioria das vezes os experimentos desenvolvidos nas universidades não estão adequados à realidade escolar e não contribui naquilo que se poderia demonstrar como uma construção de conhecimento científico, sendo utilizados somente com o intuito de “verificar a teoria”.

Na fase seguinte, realizada com o auxílio de artigos, pode-se observar, através das falas, que 24% dos alunos acreditam que a elaboração de aulas experimentais é perda de tempo, pois o material utilizado para a realização dos experimentos tem custo elevado, ou as escolas não possuem um laboratório de Química e na maioria das vezes os experimentos não são contextualizados, tornando pouco interessante este tipo de aula. Na discussão os demais alunos afirmam que na falta de um espaço apropriado para a realização de experimentos a sala de aula poderá ser usada para este fim e o custo pode ser diminuído com o uso de material alternativo. Pode-se, inclusive, verificar isto na fala de um dos alunos:

“Não usar experimentos devido ao custo ou porque a escola não tem um laboratório é desculpa, já que podemos utilizar materiais alternativos, a sala de aula e solicitar a ajuda dos alunos”.

Aplicar metodologias diferentes é difícil para estes futuros professores, pois foram “ensinados” no mesmo modelo de ensino reprodutivo dentro do laboratório. Esta evidência pode vir a explicar esta tendência em relação às atividades experimentais visto anteriormente no pré-teste.

Para estes alunos há concordância que o uso do laboratório de forma tradicional, “roteirista”, não permite ao aluno pensar, mas apenas chegar ao resultado esperado, refletindo na verdade o seu desinteresse por aprender Química. Segundo Merçon (2003), essa falta de interesse decorre, principalmente, da metodologia de ensino tradicionalmente empregada, fundamentada na memorização e na aplicação de fórmulas e na realização de exercícios.

Durante o debate os alunos apresentaram conflitos entre as atividades no laboratório e a realidade escolar onde questões como laboratório não estruturado, tempo para planejamento, falta de interesse dos alunos e também dos professores foram algumas de suas angústias. Quando o mediador do debate questionou a respeito do tempo de planejamento de aulas experimentais alguns dos futuros professores afirmaram não possuir tempo para a elaboração de aulas práticas o que muitos dos alunos discordaram dizendo que isto é desculpa. Inclusive comentaram que hoje em dia, a internet auxilia nesta elaboração, pois existem vários *sites* com experimentos interessantes e com o uso de material de baixo custo o que facilita o planejamento. Durante o debate ainda surgiram colocações sobre a falta de interesse dos alunos em participar das aulas.

Quanto a estas angústias, os graduandos após um primeiro contato com a abordagem POE, citam que talvez seja esta a forma de despertar o interesse por aulas experimentais. Acharam a abordagem apresentada interessante para o uso de aulas experimentais de Química e verificou-se que nenhum dos alunos presentes conhecia esta metodologia.

Quando da realização dos experimentos propostos por nós (Experimento 1: Cruz, 1995; Experimento 2: Mortimer e Machado, 2004), os alunos puderam vivenciar abordagens diferentes no uso do laboratório. Observou-se durante a realização do primeiro experimento pouco interesse por parte da maioria dos alunos, evidenciando o que acontece quando este método “roteirista” é utilizado (Tamir, 1991). Ficou evidente que neste tipo de aula, o aluno pouco busca o conteúdo já visto em sala de aula e observa-se um distanciamento entre o professor e o aluno. Surgiram muitas conversas paralelas e o professor não foi solicitado para auxiliar na realização do experimento. As atitudes observadas nos futuros professores são semelhantes à de alunos de ensino médio, mostrando que não se concebe mais usar o laboratório de Química de modo tradicional visando apenas à comprovação de leis e teorias vistas em aula. Ao final do encontro tais observações foram discutidas com os professores em formação. Quanto ao segundo experimento, mostraram-se inseguros no início, mas com as intervenções do professor (desempenhando o papel de Facilitador) e buscando os conteúdos relativos ao experimento foi possível sua realização através da abordagem POE. Observamos que os próprios alunos, futuros professores, colocaram-se em alguns momentos no papel do professor facilitador, instigando e despertando a curiosidade entre os colegas de grupo. Com relação ao experimento, ao trabalhar com os conceitos da teoria das colisões, novidade apresentada para esse tipo de prática, observou-se que os alunos foram estimulados a (re) construir seu próprio conhecimento sobre o tema abordado.

Esta atividade prática se refletiu na apresentação dos trabalhos dos alunos onde somente 25% não conseguiram utilizar a abordagem POE no experimento. Observou-se que suas dificuldades estavam relacionadas a uma confusão entre a abordagem POE e o papel de Facilitador e também quanto à escolha do experimento, visto que para algumas práticas experimentais esta abordagem pode não ser aplicável ou de difícil adaptação. Os demais

conseguiram utilizar a abordagem proposta e também utilizar materiais alternativos nas suas práticas. Estes grupos souberam explicar as diferenças que surgiram durante a realização de suas práticas, mostrando aos colegas o conflito criado entre os conhecimentos prévios e os novos.

Podemos tomar como exemplo o grupo que apresentou o experimento sobre condutibilidade elétrica com o objetivo de determinar a condutibilidade em produtos caseiros com o auxílio de uma lâmpada (Usberco e Salvador, 2006). Os participantes do grupo criaram situações que desejavam testar, predizendo o que aconteceria. Todos observaram o que ocorreu durante a realização dos experimentos. Em seguida, um dos participantes do grupo colocou-se no papel de Facilitador, estimulando a criatividade dos colegas presentes para que novos testes fossem feitos tais como, alterar o estado físico e a concentração das substâncias utilizadas. No momento em que foi alterada a concentração de uma das soluções utilizadas, a intensidade da luz na lâmpada mudou o que não era previsto, pois os alunos predisseram apenas que a lâmpada acenderia. Nesse momento ocorreu uma reconstrução do conhecimento dos alunos, promovendo o conflito entre os conhecimentos. Como a estratégia didática POE usa o conflito cognitivo para promover a mudança conceitual, situações de confronto que ocorrerem entre o conhecimento prévio e os novos conceitos adquiridos, estimulam os estudantes a refletirem e resolverem o problema (Tao e Gunstone, 1999).

Avaliando o pós-teste, observamos que quando solicitados a descreverem sobre quais estratégias consideravam mais adequadas para o ensino de Química estes futuros professores colocam que as estratégias adequadas são aquelas que motivam a participação do aluno possibilitando seu envolvimento no contexto da aula. Quanto ao laboratório não se encontrar totalmente adequado para este fim, os alunos expressam que o importante é a metodologia usada pelo professor e sua criatividade, uma vez que poderá utilizar a sala de aula e materiais simples (ligados ao cotidiano do aluno).

Abaixo transcrevemos a fala de um dos alunos quando respondeu a pergunta de como deve ser o comportamento típico de um professor que possibilita o desenvolvimento cognitivo e expressão das habilidades criativas do aluno:

“Acho que ele tem que instigar a curiosidade dos alunos. A curiosidade movimenta o ser. A pior coisa que existe é ter curiosidade e não poder resolvê-la. O professor que consegue instigar essa curiosidade possibilita o desenvolvimento do aluno”.

Para Hodson (1988), os professores deveriam levar ao conhecimento dos alunos a relação existente entre teoria e prática, para que assim estes consigam compreender o que realmente estão executando e se os resultados obtidos são os esperados.

Quanto ao uso da abordagem POE, alguns dos participantes nos seus relatos acharam difícil no primeiro momento, pois não estavam totalmente familiarizados com este tipo de estratégia. No entanto, 75% conseguiram descrever o uso da abordagem com concepções corretas. Pode-se verificar inclusive que, embora os futuros professores relatem uma possível dificuldade em adaptar certos experimentos, esta estratégia faz com que o aluno resgate conhecimentos no momento do predizer e assim crie possibilidades para elaborar seus próprios conceitos podendo auxiliar na reconstrução do conhecimento.

Os professores em formação demonstraram preocupações quanto a aplicar a metodologia juntamente com a visão do professor Facilitador, mas relatam como aspecto positivo a existência, durante a realização do experimento, da interação entre o professor e o aluno, propiciando a troca de idéias e a busca de soluções para a atividade proposta. Conforme Gioppo e colaboradores (1998) é possível pensar num ensino de Ciências compatível com nossas realidades por meio de abordagens que propiciem maior participação do aluno e desenvolvam diversos níveis de cognição. Para isso, é necessário mudar o foco, dando mais ênfase às atividades de análise que de transmissão de informações, mudando-se, assim, a perspectiva de ação em relação ao ensino de Ciências.

Considerações Finais

É necessário que se leve em consideração às concepções pedagógicas dos professores em formação inicial visto que estas constituem uma autêntica epistemologia sobre o conhecimento escolar que influi em suas intervenções práticas. É necessário identificar os seus padrões de evolução para que os processos formativos permitam o seu desenvolvimento crítico e autônomo (Porlán, 1989). Pesquisar as concepções de alunos e professores de um curso de formação de professores instaura um processo de reflexão em cada um dos participantes sobre suas próprias concepções. Isso se transforma em possibilidade de formação inicial, formação continuada de formadores e transformação dos cursos de licenciatura (Galiuzzi, 2000).

Buscou-se com esta proposta reformular tanto a teoria como a prática na formação inicial de professores quanto à utilização do laboratório no ensino. O Laboratório de Química está presente de alguma forma nas discussões sobre o ensino dessa ciência, visto o seu caráter empírico. Certamente é de consenso a importância de aulas práticas no processo de ensino-aprendizagem em Química.

Ao longo do trabalho desenvolvido não foi nosso objetivo fazer uma comparação entre os resultados do pré e do pós-teste, mas sim, através destes, avaliar as concepções dos alunos sobre o uso do laboratório de Química. Ao analisarmos nossos dados conseguimos observar indícios de evolução das concepções dos futuros professores participantes, através de uma abordagem didática, nova para eles, sobre o uso de aulas experimentais. Observou-se que o trabalho com o tema abordado motivou os alunos, o que pode ter contribuído na mudança de paradigma com relação ao uso tradicional de aulas experimentais.

Para estes futuros professores ainda há a concepção de que o laboratório de Química é importante para complementar o processo de ensino-aprendizagem, mas que o uso da estratégia POE, pode vir a favorecer tanto o caráter investigativo quanto a capacidade de tomada de decisão auxiliando assim na construção do conhecimento por parte dos alunos. Acreditamos que a metodologia apresentada aos professores em formação tenha contribuído na sua visão sobre o uso do laboratório no ensino de Química.

Assim, o que se observa é a necessidade de se trabalhar mais atividade prática de forma investigativa com esses professores em formação além de atividades de formação continuada.

Bibliografia

- Balen, O.; Netz, P. A. *Modelagem e Simulação Computacional no Estudo de Gases Ideais e Reais*, Acta Scientiae, 7 (2), **2005**.
- Borges, A.T. *O Papel do Laboratório no Ensino de Ciências*. In Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Águas de Lindóia, SP, **1997**.
- Cruz, R. *Experimentos de Química em Microescala - Química Geral e Inorgânica*. 2ª edição Ed. Scipione, São Paulo, SP, **1995**.
- Cunha, A.M.; Silva, D.; Veraszto, E.V.; Simon, F.O.; Yamamoto, A.C.; Miranda, N.A., *Atividades Experimentais: Primeira Etapa para uma Mudança Didática no Ensino de Ciências*. In Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Bauru, SP, **2005**.
- Domin, D. S. *A Review of Laboratory Instruction Styles*, Journal of Chemical Education, 76 (4), **1999**.
- Dorneles, P.F.T.; Araújo, I. S.; Veit, E. A. *Simulação e Modelagem Computacionais no Auxílio à Aprendizagem Significativa de Conceitos Básicos de Eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples*. Rev. Bras. Ens. Fís. 28(4), 487-496, **2006**.
- Gabel, D.L. (ed.). *Handbooks of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Macmillan Pub.Co. **1994**.

- Galiazzi, M. C. *Seria Tempo de Repensar as Atividades Experimentais no Ensino de Ciências?* Educação (PUC/RS), Porto Alegre, n. 40, p. 87-112, **2000**.
- Gil Pérez, et al. *Tiene Sentido Seguir Distinguiendo entre Aprendizaje de Conceptos, Resolución de Problemas de Lápiz y Papel y Realización de Prácticas de laboratorio?* Enseñanza de las Ciencias, v. 17(2), pp. 31-320. **1999**.
- Gioppo, C.; Scheffer, E. W. O. e Neves M. C. D. *O Ensino Experimental na Escola*. Educar, n. 14, p. 39-57. Editora da UFPR, **1998**.
- Hodson, D. *Experimentos em Ciências e Ensino de Ciências*. Educational Philosophy and Theory. 20, p. 53–66, **1988**.
- Izquierdo, M; Sanmartí, N; Espinet, M. *Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales*. Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n.1, p. 45-60, **1999**.
- Lima, V. A.; Marcondes, M. E. R. *Atividades Experimentais no Ensino de Química. Reflexões de um Grupo de Professores a partir do Tema Eletroquímica*, Enseñanza de Las Ciencias, Número Extra, VII Congreso, **2005**.
- Merçon, F. *A Experimentação no Ensino de Química*. In Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Bauru, SP, **2003**.
- Mizukami, M. da G. N. *Ensino: As Abordagens do Processo*, Editora EPU, São Paulo, SP, **1986**.
- Moreira, M.A. *Teorias de Aprendizagem*. Editora EPU, São Paulo, SP, **1999**.
- Mortimer, E. F.; Machado, A. H. *Química para o Ensino Médio: volume único*. Editora Scipione, São Paulo, SP, **2004**.
- Oliveira, P.R.S. *A Construção Social do Conhecimento no Ensino-Aprendizagem de Química*. In Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Bauru, SP, **2003**.
- Porlán, R. *Teoría del Conocimiento, Teoría de la Enseñanza y Desarrollo Profesional: las Concepciones Epistemológicas de los Profesores*. Sevilla: Universidade de Sevilla. Tese de Doutorado não publicada. **1989**.
- Santos, F. M. T. e Greca, I. M. *Promovendo Aprendizagem de Conceitos e de Representações Pictóricas em Química com uma Ferramenta de Simulação Computacional*. Rev. Elect. Ens. de las Ciencias, 4(1), **2005**.
- Santos, B. F., Santos, L.N. *Formação Continuada de Professores de Química: qual modelo, qual formação?* In Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Bauru, SP, **2005**.
- Tamir, P. *Practical Work at School an Analysis of Current Practice*. In B. Woolnough (ed.) Practical Science, Milton Keynes: Open University Press, **1991**.
- Tao, P.K., Gunstone, R.F. *Conceptual Change in Science through Collaborative Learning at the computer*. International Journal of Science Education. v. 21(1), pp.39-57, **1999**.
- Tobin, K.G.; Fraser, B.J. (eds.) *International Handbooks of Science Education*. London: Kluber Academic Publishers. **1998**.
- Usberco, J; Salvador, E. *Química 1: Química Geral*, 12ª edição, Editora Saraiva, São Paulo, SP, **2006**.
- Zanon, L. B. e Silva, L. H. A. *A Experimentação no Ensino de Ciências*. In: Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Org.: Roseli P. Schnetzler e Rosália M. R. Aragão. CAPES/UNIMEP, 120-153, **2000**.
- Wellington, J. (ed.) *Practical Work in School Science*. London: Routledge. **1998**.