

A Experimentação como Estratégia no processo de Ensino-Aprendizagem de Química

Experimentation as Strategy in the Teaching-Learning process of Chemistry

ROSANE LOPES QUEIROZ¹
SABRINA DO COUTO DE MIRANDA²
PLAUTO SIMÃO DE CARVALHO³

Resumo

O presente estudo tem por objetivo compreender a experimentação no Ensino de Ciências, com base em referenciais teóricos e autores que discutam esta estratégia na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com foco na Química. Foi realizado levantamento bibliográfico com buscas no Google Acadêmico utilizando-se os termos: experimentação ensino de ciências. Os trabalhos selecionados foram analisados e discutidos a partir de uma perspectiva descritiva, reflexiva e crítica. A experimentação é uma estratégia que pode ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem por ser considerada como possibilidade de ligação entre teoria e prática, no que tange aos conhecimentos químicos. As atividades experimentais são classificadas em três abordagens ou modalidades: de demonstração, de verificação e de investigação. Enquanto o experimento demonstrativo possui função ilustrativa, as abordagens de verificação e de investigação propõem-se que as experiências não sejam feitas diante dos estudantes, mas conduzidas pelos próprios. A partir daí, alguns autores salientam que a inclusão de atividades experimentais de investigação possibilita aos estudantes um papel de protagonismo na aprendizagem.

Palavras Chave: Ensino. Aprendizagem. Química.

Abstract

The present study aims to understand experimentation in science teaching, based on theoretical references and authors who discuss this strategy in the area of Natural Sciences and their Technologies, with a focus on chemistry. A bibliographical survey was conducted with searches on Google Scholar using the terms: experimentation, science teaching. The selected papers were analyzed and discussed from a descriptive, reflexive and critical perspective. Experimentation is a strategy that can be used in the teaching-learning process because it is considered as a possible link between theory and practice, as far as chemical knowledge is concerned. Experimental activities are classified into three approaches or modalities: demonstration, verification, and investigation. While the demonstrative experiment has an illustrative function, the verification and investigation approaches propose that experiments are not performed in front of students, but conducted by the students themselves. Based on this, some authors point out that the inclusion of experimental investigation activities enables students to play a leading role in their learning.

Keywords: Teaching. Learning. Chemistry.

1 Mestranda, Mestrado Programa Profissional em Ensino de Ciências PPEC. Universidade Estadual de Goiás (UEG). <https://orcid.org/0000-0003-3281-4861> E-mail: rosane26queiroz@gmail.com

2 Doutora. Docente Permanente, PPEC-UEG. <https://orcid.org/0000-0002-3861-6674> E-mail: sabrina.couto@ueg.br

3 Doutor. Docente Permanente, PPEC-UEG. <https://orcid.org/0000-0002-5467-5754> E-mail: plauto.carvalho@ueg.br

Introdução

Ao longo da história das ciências e do ensino de ciências a palavra experimento (e suas derivações: experimentação, experiência, experimentar) expressou diferentes sentidos, conforme o contexto (MORI; CURVELO, 2017). No Brasil a experimentação, ao longo dos anos, teve sua importância evidenciada em alguns documentos legais.

Em 1961 foi promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) sendo considerada a primeira lei a definir diretrizes para a Educação em todos os níveis de ensino. Gaia et al. (2009) consideram que nesse momento a unidade escolar possuía maior autonomia na elaboração dos respectivos programas de ensino. Em algumas escolas, inclusive, houve a inserção de projetos de ensino no modelo norte-americano. No Ensino de Química esses projetos introduziam uma abordagem metodológica direcionada para a experimentação, possibilitando que esse tipo de atividade fosse mais valorizado. Com passar dos anos algumas propostas curriculares estaduais foram estruturadas de forma que as atividades experimentais fossem executadas pelos próprios estudantes, as mesmas objetivavam que o ensino de Química fosse capaz de formar cientistas e técnicos (GAIA et al., 2009).

A LDB (Nº 9394) de 1996 apresenta para o Ensino Médio quatro finalidades: o fortalecimento e aperfeiçoamento dos conhecimentos obtidos ao longo do ensino fundamental; o preparo básico para o trabalho e cidadania em que haja capacidade de permanecer aprendendo; a evolução do educando enquanto pessoa humana, abrangendo a formação ética e a promoção da autonomia intelectual e da criticidade; e a capacidade de relacionar teoria com prática por meio do entendimento dos princípios científico-tecnológicos dos procedimentos produtivos.

Tomando como referência os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 1999) é possível identificar que no Ensino Médio o ensino não objetiva apenas formação específica do estudante, mas há uma preocupação com a promoção de uma formação geral e contextualizada que possibilite a esses estudantes realizar escolhas conscientes na comunidade em que estão inseridos. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), documento norteador atual da Educação Básica, apresenta competências e habilidades a serem atingidas, ao longo das etapas de ensino, nas diferentes áreas do conhecimento.

No que se refere a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), na BNCC é possível encontrar na terceira competência específica dessa área duas habilidades que merecem destaque. Na primeira espera-se que o estudante seja capaz de, sob uma visão científica, elaborar questões, hipóteses, previsões e estimativas, e, ainda, utilizar instrumentos de medição, além de ser capaz representar e interpretar modelos, dados e/ou resultados experimentais. Na segunda habilidade específica da competência três espera-se que o estudante anuncie resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos em diferentes contextos e para públicos diversos, de maneira que debates de relevância sociocultural aconteçam baseados em temas científicos e/ou tecnológicos (BRASIL, 2018, p. 545).

A partir do contexto apresentado, esse trabalho tem por objetivo compreender a experimentação no Ensino de Ciências, com base em referenciais teóricos e autores que discutam a experimentação na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com foco na Química.

Metodologia

Esse estudo foi elaborado com base em levantamento bibliográfico realizado na plataforma Google Acadêmico (*Google Scholar*) utilizando-se como palavras de busca os termos: experimentação ensino de ciências. Não foram realizados recortes temporais e as publicações foram selecionadas com base na aderência do título e resumo com o objetivo da pesquisa. Os trabalhos selecionados para análise foram lidos na íntegra e os resultados foram obtidos e discutidos a partir de uma perspectiva descritiva, reflexiva e crítica.

Resultados e Discussão

Diversos materiais, estudos e trabalhos abordam a temática da experimentação, mas a circunscrição dessa abordagem é complexa e, muitas vezes, não tem convergência epistemológica. É o caso, por exemplo, dos termos metodologia, método, técnica, recurso e estratégia. Alves e Bego (2020) pesquisaram os diversos entendimentos que os elementos do planejamento didático-pedagógico têm ganhado nas atividades na área de Ensino de Ciências e elaboraram a delimitação dos componentes básicos, assim como suas definições.

Alves e Bego (2020) definiram os termos, anteriormente citados, da seguinte forma:

- **Metodologia:** trata de todo conhecimento teórico sobre o processo ensino-aprendizagem e se relaciona com as concepções psicológicas e pedagógicas essenciais sobre a aprendizagem, a natureza da ciência, o papel da educação escolar, dos docentes e discentes em aula. Apresenta, enquanto característica, a responsabilidade de ajustar e nortear todos os outros elementos do planejamento.
- **Método:** agrupamento constituído por estratégias e recursos didáticos, consequência dos retoques e adaptações que ocorrem em função de concepção metodológica de base e das restrições existentes na atuação do professor. Pode-se citar como uma característica a possibilidade de mudança conforme a perspectiva e dos objetivos do docente.
- **Técnica:** grupo de atividades planejadas pelo docente a fim de executar uma finalidade pré-estabelecida. Os autores entendem como sinônimo de estratégia. Como esse termo pode ser associado ao tecnicismo, prefere-se o termo estratégia.
- **Recurso:** instrumento físico que dá sustentação e é propagador de algum objeto de conhecimento. São alicerce para a promoção de estratégias didáticas e não precisa ser obrigatoriamente produzido pelo docente.
- **Materiais de aprendizagem:** são desenvolvidos por docente e/ou discente para a execução de ações específicas em sala de aula.
- **Estratégia:** agrupamento de atitudes premeditadas e traçadas pelo docente para alcance dos objetivos de aprendizagem estabelecidos. Caracteriza-se pela flexibilidade e pela possibilidade de ser adequada à abordagem metodológica de ensino. É delimitada, geralmente, após a definição dos objetivos.

Com base nas definições explicitadas, assume-se que a experimentação é uma estratégia que pode ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem em que a intencionalidade deverá ser definida na etapa de planejamento dos objetivos da sequência de ensino e abordagem metodológica a ser utilizada (ALVES; BEGO, 2020). Sob essa óptica, Ataíde e Silva (2011) defendem que ao realizar o planejamento faz-se necessário que o docente pondere as possibilidades de respostas capazes de envolver os fenômenos abrangidos na realização de experimentos na escola. Segundo os autores, estas atividades deverão subsidiar discussões sobre os resultados obtidos, construção de tabelas e gráficos, contribuindo para estruturação de elucidações teóricas realizadas pelos próprios estudantes.

Utilizar a experimentação como estratégia nas aulas dos componentes curriculares que integram as Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) deve ser uma prática pautada

em um planejamento bem elaborado e estruturado, no qual o professor conheça cada uma de suas etapas e esteja sempre atento à participação dos estudantes. Para Santos e Menezes (2020), a experimentação pode ser aplicada de diversas maneiras no ensino, relacionando fundamentalmente os objetivos e as concepções teóricas do docente.

Para Santos e Menezes (2020), a experimentação precisa colaborar para o entendimento de conceitos químicos, seja através do manejo e transformações das substâncias, seja na ocupação teórica, esclarecendo fenômenos e acontecimentos. Contudo, há certo receio sobre como a experimentação tem sido trabalhada nas unidades escolares, isso quando trabalhada. Os estudantes carecem de uma experimentação que viabilize a construção do conhecimento científico, entendimento dos conceitos químicos, para que haja possibilidade do exercício da cidadania de forma plena e consciente. Ressalta-se que Química pode participar efetivamente desse processo na vida do estudante.

Santos e Menezes (2020) defendem que a Química, enquanto componente curricular, propicie ao estudante o fortalecimento de competências e habilidades, como a identificação e utilização dos limites éticos e morais, a observação dos aspectos socioeconômicos, a compreensão de eventos químicos e, ainda, a construção da cidadania.

Neste contexto, Silva (2016) apresenta três formas de abordagem do conhecimento Químico: fenomenológica, teórica e representacional. Na abordagem fenomenológica tem-se pontos chave relativos ao conhecimento que são capazes de exibir uma visão concreta de análises e determinações (SILVA, 2016). A abordagem teórica traz explanações fundamentadas em modelos que são essenciais para elaborar justificativas para os fenômenos (SILVA, 2016). Por fim, a abordagem representacional compreende informações relativas à linguagem específica da Química, como fórmulas e equações (SILVA, 2016). De acordo com Silva (2016), a experimentação é uma forma de união entre as três abordagens representacionais do conhecimento químico.

Se a experimentação pode ser considerada uma estratégia para ligação entre teoria e prática, no que tange aos conhecimentos químicos, há que se considerar as características dessa atividade. Hodson (1988) afirma que muitas atividades intituladas como trabalho prático são, na verdade, obscuras e sem aproveitamento real no processo ensino-aprendizagem. O autor

justifica que isso se dá, muitas vezes, porque o docente não é capaz de distinguir entre o papel dos experimentos em ciência e no ensino de ciências.

Similarmente, Santos e Menezes (2020) discutem que a experimentação escolar não deve ser centralizada na simples replicação de experimentos que ilustrem ou atestem teorias, ou moldem cientistas, devendo possibilitar aos estudantes a elaboração de conhecimentos com significados científicos. Pensando que a experimentação é uma estratégia que deve ser planejada pelo professor, de acordo com objetivos e concepções teóricas, cabe realçar que a inclusão da experimentação no Ensino de Ciências procura fomentar a produção de materiais didáticos, incluindo a elaboração de vídeos com experimentos e propostas de ensino para utilização na Escola, conforme for necessário (ATAIDE; SILVA 2011).

No que tange a experimentação escolar, Oliveira (2010) afirma que essa estratégia pode ser utilizada com variados objetivos e possibilitar a obtenção de diferentes e relevantes subsídios no ensino-aprendizagem de Ciências. A autora elenca prováveis auxílios fornecidos pelas atividades experimentais, como: estimular e motivar a atenção dos estudantes; melhorar a habilidade de se trabalhar em grupo; aprimorar a iniciativa pessoal e a capacidade de tomar decisões; impulsionar a criatividade; elevar a capacidade de contemplação e anotação de informações; exercitar a análise de dados e apresentação de hipóteses para fenômenos observados; entender conceitos científicos; identificar e reparar erros conceituais dos estudantes; interpretar a natureza da ciência e a função do cientista em uma investigação; assimilar a relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade (relações CTS), e, ainda, aperfeiçoar a desenvoltura no manuseio de objetos.

De acordo com Cachapuz et al. (2005) em uma experiência científica praticada em sala de aula de forma inapropriada não há análise e reflexão dos resultados obtidos a partir de teorias e de hipóteses expostas, existindo somente constatação do que já era esperado que ocorresse. Os autores apresentam ainda a necessidade de o professor conhecer os contextos sociais, tecnológicos e culturais da elaboração e geração científica, não deixando tais contextos de lado nas aulas, pois do contrário, a experiência científica escolar adquire intuito de fazer, mas sem necessariamente saber o motivo e a finalidade.

De modo semelhante, Gomes et al. (2008) evidenciam que as atividades práticas executadas pelos estudantes nas escolas são atividades que inspiram certas características do

trabalho científico, mas não todas. Os modelos que possibilitam aos estudantes elaborar previsões e apresentar interpretações para fenômenos que foram contemplados são considerados mais úteis e produtivos.

É possível encontrar no trabalho de Ferreira et al. (2010) a ênfase na condução das aulas de laboratório de maneira distinta às aulas tradicionais, com a necessidade de colocar os estudantes em contato com situações-problema pertinentes e que sejam capazes de possibilitar a construção do conhecimento. Mas na elaboração das situações-problema tem que se considerar como primordial o engajamento dos estudantes com um problema preferencialmente real e contextualizado.

Para Lima e Rodrigues (2016) as atividades experimentais precisam ser direcionadas por meio de um planejamento que as transformem em instrumentos de aprendizagem. Portanto, “receita de bolo” ou “show de efeitos” não devem constituir tais atividades. Todas as atividades experimentais são oportunas para o Ensino de Ciências no estudo de Oliveira (2010), mas, faz-se necessário determinar os objetivos específicos da questão em estudo, as competências a serem ampliadas e os recursos materiais acessíveis. Para que seja possível ao professor aproveitar-se, acertadamente, das potencialidades da experimentação é considerável que ele entenda as diferenças que permeiam as atividades experimentais e identifique quando é viável sua aplicação.

Araújo e Abib (2003) classificaram as atividades experimentais em três possibilidades de abordagens ou modalidades: atividades de demonstração, atividades de verificação e atividades de investigação. É possível identificar vantagens e desvantagens em cada uma das abordagens, além de atuações diferenciadas de docentes e estudantes. Para sintetizar as características mais relevantes das atividades experimentais apresentamos o Quadro 01.

QUADRO 1: Principais características das atividades experimentais de demonstração, de verificação e de investigação.

Elementos	Tipo de abordagem experimental		
	Demonstração	Verificação	Investigação
Papel do professor	Realiza o experimento e oferece as explicações para os fenômenos observados.	Supervisiona a atividade dos estudantes, detecta e repara os erros.	Conduz as atividades, encoraja e debate as decisões dos estudantes.
Papel do estudante	Assiste o experimento; em alguns contextos, propõe explicações.	Realiza a atividade experimental; explicita os fenômenos observados.	Busca, elabora e concretiza a atividade; debate explicações.

Roteiro da atividade experimental	Fechado, estrutura pronta e de poder exclusivo do docente.	Fechado e estruturado.	Quando presente: aberto e/ou não estruturado.
Posição na aula	Para ilustração: central; ou ao término da abordagem expositiva.	Ao finalizar a aula expositiva.	Pode acontecer antecedendo à abordagem do conteúdo ou pode ser a aula especificamente.
Vantagens destacadas	Requer pouco tempo; tem potencial para ser integrada à aula expositiva; oportunas na ausência de recursos financeiros e/ou espaços físicos adequados.	Estudantes conseguem elaborar explicações sobre os fenômenos com maior facilidade; essas explicações podem dar indícios da compreensão dos conceitos abordados.	Estudantes participam ativamente; criatividade e assuntos socialmente relevantes podem ser impulsionados; em caso de 'erro' existe maior aceitação e ainda contribuição para o aprendizado.
Desvantagens destacadas	A observação por ela mesmo pode desmotivar; a atenção dos estudantes é mais difícil de ser mantida bem como o envolvimento de todos.	Pouca colaboração na aprendizagem de conceitos; como os resultados já são esperados, não atíça a curiosidade dos estudantes.	Tempo maior para concretização; requer um pouco mais de experiência dos estudantes e do docente.

Fonte: Oliveira (2010, p. 151), com modificações.

Ressalta-se que o experimento demonstrativo possui função ilustrativa, auxiliar, ou seja, de realização facultativa (PINHO ALVES, 2000; MORI; CURVELO, 2017). O professor realiza a demonstração à classe diante da dificuldade em transmitir o fato científico, o que corrobora uma disposição empirista desse tipo de experimento (MORI; CURVELO, 2017). De acordo com Pinho Alves (2000), a demonstração experimental possui função motivadora visando despertar a atenção da classe para dado assunto. Portanto, se compatibiliza com o ensino tradicional relacionado ao conceito de motivação extrínseca (MORI; CURVELO, 2017). Nas abordagens de verificação e de investigação propõe-se que as experiências não sejam feitas diante dos estudantes, mas conduzidas pelos próprios escolares.

Desse modo, Santos e Menezes (2020) salientam que a inclusão de atividades experimentais de investigação, com base no ensino investigativo, possibilita aos estudantes um papel de protagonismo na aprendizagem. Ao encontro dessa ideia, Gonçalves e Goi (2020) apontam que as atividades experimentais de investigação conseguem beneficiar a estruturação do conhecimento químico pelos estudantes, permitindo uma aprendizagem mais satisfatória. Em virtude disso, o Ensino de Ciências por Investigação pode oportunizar atividades pertinentes que possibilitem aos estudantes reflexões, tomadas de decisões e construção do conhecimento.

Para Ataíde e Silva (2011), a experimentação no Ensino de Ciências possibilita a compreensão de dados ou fenômenos, a construção de hipóteses, o manejo e a instrumentação de equipamentos, a resolução de problemas, a observação de dados e a discussão, assim contribui para a conexão entre teoria e prática. Zômpero e Laburu (2011) afirmam que atividades de investigação são capazes de oportunizar a aprendizagem dos conteúdos de caráter conceituais e procedimentais que compreendem a produção de conhecimento científico.

É necessário que as atividades investigativas propiciem aos estudantes aproximação com novos conhecimentos, segundo Zômpero e Laburu (2011). As novas informações adquiridas pelos estudantes nas atividades investigativas precisam ser difundidas. A disseminação dos resultados pode acontecer fazendo usando tanto da oralidade, quanto da escrita de forma argumentativa.

Nesse contexto, vários autores defendem a utilização da experimentação no processo de ensino-aprendizagem de Química, podemos destacar Giordan (1999) sobre a imprescindibilidade de assumir a experimentação como elemento de um sistema pleno de investigação, sendo estimada por quem pensa e faz o Ensino de Ciências por considerar que nos espaços de atividades investigativas há construção de pensamentos e atitudes do sujeito.

Considerações finais

A experimentação é uma estratégia que pode ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem de Química. Com base na revisão bibliográfica foi possível compreender que a experimentação tem a potencialidade de fazer a ligação entre as abordagens fenomenológica, teórica e representacional do conhecimento químico. Além disso, a experimentação no contexto escolar pode impulsionar, inclusive, a produção de materiais didáticos, daí a sua relevância

Há possibilidade de separar as atividades experimentais em três abordagens ou modalidades: de demonstração, verificação ou investigação. Após a análise de suas características, principais vantagens e desvantagens, entende-se que a atividade experimental de investigação é potencialmente importante de ser utilizada na Educação Básica, principalmente, no contexto da implementação do Novo Ensino Médio no Brasil.

REFERÊNCIAS

ALVES, M.; BEGO, A. M. A Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de seus Elementos Constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 20, n. u, p. 71–96, 2020.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

ATAÍDE, M. C. E. S.; SILVA, B. V. C. As metodologias de Ensino de Ciências: contribuições da experimentação e da História e Filosofia da Ciência. **HOLOS**, v. 4, p. 171-181, 2011.

BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base nacional comum curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, vol. 3, 1999.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVIERA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

GAIA, A. M. et al. **Atividades experimentais de química no Ensino Médio: reflexões e propostas**. São Paulo, 2009.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. no 1999, n. 10, p. 43-49, 1999.

GOMES, A. D. T.; BORGES, A. T.; JUSTI, R. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 187-207, 2008.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Metodologia de Experimentação como Estratégia Potencializadora para o Ensino de Química. **Revista Comunicações**, 27(21), pp. 219-247. 2020.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational Philosophy and Theory**, 20, 53-66, 1988.

LIMA, J. O. G. de; ALVES, I. M. R. Aulas experimentais para um ensino de Química mais significativo. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 9(1), 428-447. 2016.

MORI, R. C.; CURVELO, A. A. S. A polissemia da palavra “Experimentação” e a Educação em Ciências. **Química nova escola**, v. 39, n. 3, p. 291-304, 2017.

OLIVEIRA, J. R. S. de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

PINHO ALVES, J. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SANTOS, R. dos; MENEZES, A. de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, [S. l.], v. 12, n. 26, p. 180–207, 2020.

SILVA, V. G. da. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, 2016.

ZÔMPERO, A.; LABURÚ, C. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 13(n. 3), 67–80. 2011.