

Problematizar situações de ensino e desenvolver habilidades cognitivas: estudo do congelamento superficial da água de lagos

Problematizing teaching situations and developing cognitive skills: study of the superficial water freezing of lakes

Cláudia Roberta Küll

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
claudia@interativo.com.br

Dulcimeire Ap. Volante Zanon

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
dulci@ufscar.br

Resumo

Este trabalho objetivou identificar as habilidades cognitivas desenvolvidas pelos estudantes de uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental em uma escola particular do interior do Estado de São Paulo, a partir do estudo do congelamento superficial da água de lagos. Para tanto, a estratégia metodológica escolhida consistiu no lançamento de questões problematizadoras pela professora ao longo de todo o processo investigativo. Os resultados demonstraram que houve um movimento crescente dos níveis cognitivos apresentados nas respostas dos estudantes. Inicialmente, partiram de situações já estabelecidas e, ao final, elaboraram respostas mais completas, buscando resgatar os conceitos e as discussões a fim de aprimorar suas explicações. Nesse sentido, cabe destacar que o processo de ensino e aprendizagem por meio de habilidades cognitivas de ordem alta é desejável, porém as estratégias de ensino e os métodos de avaliação escolhidos pelo professor precisam ser alinhados a esse fim.

Palavras chave: habilidades cognitivas, atividade investigativa, ensino de ciências.

Abstract

This work aimed to identify the cognitive skills developed by the students of a 6th grade elementary school class of a private school in the interior of the State of São Paulo from the study of the freezing of the water surface of lakes. For this, the methodological strategy chosen consisted in the launching of problematizing questions by the teacher throughout the entire investigative process. The results demonstrated that there was an increasing movement of the cognitive levels presented in the students' responses. Initially, they started from established situations and, in the end, elaborated more complete answers, seeking to rescue the concepts and the discussions in order to improve their explanations. In this sense, it should be emphasized that the teaching and learning process through high-order cognitive skills is desirable, but the

teaching strategies and evaluation methods chosen by the teacher need to be aligned for this purpose.

Key words: cognitive skills, investigative activity, science teaching.

A problematização no ensino investigativo e o desenvolvimento de habilidades cognitivas

Historicamente, a educação acompanha as modificações que ocorrem na sociedade, consoante aos processos políticos e filosóficos de cada período e, no ensino de ciências, não é diferente (CARVALHO, 2013; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

A ênfase dada ao ensino por memorização de conceitos, fórmulas e leis dificulta sua relação com situações do cotidiano e da realidade dos estudantes (CARVALHO, 2013; WILSEK e TOSIN, 2011). Em contrapartida, o ensino por investigação, apesar de não possuir uma unidade de definição e formato, de acordo com pesquisadores como Azevedo (2015), Munford e Lima (2007), Silva Júnior e Coelho, (2015), Zômpero e Laburú (2011) é considerado uma estratégia que visa favorecer a autonomia e o protagonismo do estudante na medida em que promove sua participação ativa.

As atividades voltadas para a resolução de problemas podem ter diferentes configurações de acordo com a intencionalidade do professor. Nestas, os alunos são colocados em processos investigativos, envolvem-se com a aprendizagem, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam os resultados (SÁ *et al.*, 2007).

Nesse sentido, essas atividades podem se tornar mais eficazes a partir de perguntas significativas, em situações desafiadoras, que estão ao alcance de sua resolução pelos estudantes (PERRENOUD, 2000). Sendo assim, é muito importante que as questões, elaboradas para guiar os estudantes no processo de busca por uma resposta, sejam verdadeiras. Segundo Campos e Nigro (1999), os problemas verdadeiros são chamados de abertos, enquanto que os falsos são identificados como fechados. Por isso, o tipo de interação e de abordagem comunicativa que se estabelece entre o professor e os estudantes em sala de aula é muito importante (MORTIMER e SCOTT, 2002).

Azevedo (2015, p. 21) destaca que, para uma atividade experimental estar baseada no ensino por investigação, “a ação do aluno não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico”.

Assim, se uma aula experimental for organizada de forma a colocar o aluno diante de uma situação problema e estiver direcionada para a resolução deste problema, poderá contribuir para o aluno raciocinar sobre a situação e apresentar argumentos na tentativa de analisar os dados e apresentar uma conclusão plausível. Se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele poderá ser capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de uma aula experimental que privilegia o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de raciocínio lógico. (SUART, 2008, p. 11)

Outros autores como Fernandes e Silva (2004), Hofstein *et al.* (2005), Silva Júnior e Coelho, (2015), Jiménez-Aleixandre e Brocos (2015) e Domin (1999) também ressaltam que as atividades experimentais podem se tornar mais efetivas quando combinadas com estratégias que ampliem seu caráter verificacionista.

No que se refere ao desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes, autores como Caldeira (2005), Suart e Marcondes (2008), Zômpero et al (2015) têm destacado sua importância. Dentre elas, podemos citar a observação, a descrição, a identificação, a comparação, a coleta, a interpretação de dados bem como a sistematização em registros.

De acordo com Zoller (1993), quando um aluno resolve um problema pode fazer uso de diferentes estratégias que podem ser categorizadas em dois grupos:

- 1) habilidades de ordem cognitiva alta, definidas como HOCS (*Higher Order Cognitive Skills*) que abrangem as capacidades de formular questões, solucionar problemas e tomar decisões, além do desenvolvimento de um sistema de pensamento crítico;
- 2) habilidades cognitivas de ordem baixa, LOCS (*Lower Order Cognitive Skills*), caracterizadas por capacidades como a de conhecer, de lembrar uma informação ou de aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares ou em resolução de exercícios.

Portanto, para a resolução de um problema ou para a compreensão de conceitos, o estudante pode necessitar de diferentes níveis de “demandas cognitivas que se manifestam em processos mais complexos como reflexão e análise; ou, mais simples como memorização e aplicação de algoritmos” (SUART e MARCONDES, 2009, p. 54).

Diante desse contexto, a seguinte questão de pesquisa foi elaborada: quais habilidades cognitivas podem ser desenvolvidas pelos estudantes do 6º ano do ensino fundamental a partir do estudo do congelamento superficial da água de lagos?

Assim, neste trabalho tivemos como objetivo identificar e analisar as habilidades cognitivas desenvolvidas nos estudantes do Ensino Fundamental, relacionando às perguntas lançadas pela professora, diante de atividades investigativas referentes ao congelamento superficial da água de lagos.

Metodologia

A investigação do fenômeno (questão de pesquisa) foi realizada a partir da metodologia do tipo qualitativa (ALVES-MAZZOTTI, A. J. e GEWANDSZNAJDER, 1999), pois tem por base imergir no mundo dos sujeitos observados, tentando entender o comportamento real dos informantes, suas próprias situações e como constroem a realidade em que atuam.

Para a coleta de dados, utilizamos instrumentos de registro oral (gravação em áudio e vídeo), escrito e fotografias de todo o processo de execução das atividades investigativas. Cabe destacar que a professora solicitou autorização para os pais dos estudantes da escola para realizar as gravações e utilizar os registros para a pesquisa.

As atividades investigativas sobre o congelamento superficial da água de lagos foram construídas e executadas pela pesquisadora que é professora de uma turma de 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular do interior do Estado de São Paulo, junto a 23 estudantes, e se compuseram de três momentos: contextualização, experimentação e finalização. Os estudantes elaboraram argumentos pautados nesses momentos, defendendo ou refutando-os.

Durante a contextualização, os estudantes foram instruídos a assistir a um vídeo¹ que mostra um gato caminhando na superfície congelada de um lago, tentando (sem sucesso) capturar os peixes que ali nadam. A partir dessa situação, foram estimulados a responder as seguintes questões (em grupos) elaboradas pela professora: O que este vídeo nos mostra? Quais as condições do ambiente (temperatura, por exemplo) para que isso ocorra? Como você explica o

¹Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=P4xPVuKlfGY>>. Acessado em: 15 dez. 2016.

que está ocorrendo? Por que apenas a superfície da água está congelada? O peso da água nos estados líquido e sólido são iguais? Justifique.

Utilizando as hipóteses lançadas pelos estudantes na contextualização, em um segundo momento, elaboramos uma atividade experimental do tipo investigativa, realizada em uma aula de 100 minutos, composta por dois procedimentos, a saber:

- 1) investigar a temperatura de congelamento da água: introdução de um tubo de ensaio (contendo água e um termômetro) em uma mistura de água e sal de cozinha². Cada grupo analisou o processo de derretimento parcial do gelo em contato com o sal, a diminuição da temperatura da água seguida de seu congelamento e a consequente estabilização da temperatura indicada no termômetro.
- 2) investigar o peso da água nos estados físicos sólido e líquido: utilização de uma balança de pratos onde foram colocados copos plásticos de mesmo volume, sendo num deles água no estado líquido e no outro, sólido. Cada grupo observou a movimentação dos pratos da balança até sua estabilização.

No decorrer desta etapa, os estudantes efetuaram os procedimentos, discutiram, compararam e registraram suas hipóteses e resultados. Também responderam questões relacionadas aos resultados dos experimentos, como: Qual será a temperatura em que a água se transforma em gelo? Água sólida e líquida tem o mesmo peso?

O terceiro e último momento da atividade teve como objetivo articular os dois anteriores e favorecer o entendimento, pela professora, do processo de aprendizagem pelos estudantes. Consistiu em uma socialização dos registros e elaboração de uma resposta (grupal) à seguinte questão: Por que o gato não conseguiu pegar os peixes?

Os argumentos construídos pelos estudantes durante os três momentos (contextualização, experimentação e finalização) foram tabulados numa planilha Excel a fim de relacionar as respostas dadas por eles e as perguntas elaboradas pela professora. Para a compreensão das habilidades cognitivas que os estudantes apresentaram ao longo das atividades, utilizamos o instrumento adaptado por Suart e Marcondes (2009, p. 58) de Shepardson e Pizzini (1991) que categoriza, em níveis, as questões propostas pelo professor. A classificação compreende três níveis de cognição das questões propostas para os alunos:

- P1: requer que o estudante somente recorde uma informação partindo dos dados obtidos.
- P2: requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema;
- P3: requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

As categorias para a análise do nível cognitivo das respostas dos estudantes variam de N1 a N5 de acordo com os pressupostos de Zoller (1993, 2001). Assim, N1 refere-se ao uso de dados algorítmicos com pouco ou nenhum raciocínio lógico para sua resolução. Já N2 e N3 são identificadas como habilidades cognitivas de ordem baixa (LOCS): o aluno reconhece a situação problemática, mas não identifica variáveis (N2) ou explica a resolução de um problema utilizando conceitos já conhecidos, identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações (N3). Nesse sentido, N3 pode ser entendido como uma fase de transição para o N4, já categorizado como nível de habilidade de ordem cognitiva alta (HOCS), pois os alunos começam a estabelecer processos de controle para a resolução do problema, exigindo tomada

²Disponível em: <<http://cdcc.usp.br/livros/2009-EnsinoCienciasInvestigacao.pdf>>, páginas 71 e 72. Acessado em 02 jan 2017.

de decisões, pensamento crítico e avaliativo. Por fim, temos o N5 de maior complexidade, pois nele o aluno consegue abstrair os estudos e conceitos para uso em outros contextos.

Análise e discussão dos dados

Inicialmente elaboramos a Tabela 1 que permitiu analisar os níveis cognitivos das perguntas lançadas pela professora (análise horizontal) e o total de questões em cada etapa da atividade investigativa (análise vertical), conforme segue.

Etapas Nível	Momentos da atividade investigativa			Total	
	Contextualização	Experimentação	Finalização		
P1	1	1	-	2	25,0%
P2	2	-	-	2	25,0%
P3	2	1	1	4	50,0%
Total parcial	5	2	1	8	100,0%
Frequência	62,5%	25,0%	12,5		

Tabela 1: Nível de cognição das perguntas propostas pela professora aos alunos

De modo geral, a partir de uma análise horizontal, é possível verificar a intencionalidade da professora no lançamento de um maior número de questões do nível P3 (50%) como por exemplo: Como você explica o que está ocorrendo? Porque o gato não conseguiu pegar nenhum peixe? De acordo com Suart e Marcondes (2009) questões deste nível visam estimular nos estudantes raciocínios mais elaborados, com respostas que ultrapassem a simples aplicação de um conceito ou relembrar um dado.

Mortimer e Scott (2002) ressaltam o interesse no processo de significação nas aulas de ciências e apontam para a importância “sobre a forma como os significados e entendimentos são desenvolvidos no contexto social da sala de aula” (p. 284), afirmando que na aprendizagem, o estudante não apenas substitui uma concepção anterior por novos conceitos, mas desenvolve crescimento mútuo nas interações discursivas que ocorrem durante o encontro de diferentes concepções culturais.

As questões dos níveis P1 e P2 foram lançadas como norteadoras, com a intencionalidade de contextualizar a problematização e dar foco ao raciocínio utilizado para sua resolução. Como exemplos temos:

- O que este vídeo nos mostra?
- Quais as condições do ambiente (temperatura, por exemplo) para que isso ocorra?
- O peso da água nos estados líquido e sólido são iguais? Justifique.

Não menos importantes, estas perguntas ressaltam a significância de se conhecer as concepções dos estudantes na aprendizagem de conceitos e teorias, pois “é de fundamental importância para que se estabeleçam ligações entre o que se pretende ensinar e o que o aluno já conhece” (SOUZA *et al*, 2013, p. 31).

Verticalmente, analisando cada um dos momentos, podemos inferir que o número de questões decresce de acordo com o suceder das atividades, o que nos permite afirmar que a atuação da professora foi mais intensa nos momentos iniciais e que, conforme os estudantes se familiarizaram com a problemática, passaram a ter um protagonismo maior, deixando para a professora o papel de mediadora do conhecimento (SUART e MARCONDES, 2009 e WILSEK e TOSIN, 2011).

Já na Tabela 2 apresentada a seguir analisamos as frequências dos níveis de cognição nas respostas dadas pelos estudantes (análise horizontal) e verticalmente, o total de respostas em cada momento da atividade investigativa. Para fins de ilustração e esclarecimento, as respostas apresentadas pelos 10 grupos participantes foram nomeadas pela letra G, acompanhadas do numeral correspondente (1 a 10).

Etapas Nível	Momentos da atividade investigativa			Total	
	Contextualização	Experimentação	Finalização		
N1	10	-	-	10	12,8%
N2	20	-	-	20	25,6%
N3	18	16	-	34	43,6%
N4	-	4	10	14	18,0%
N5	-	-	-	-	-
Total parcial	48	20	10	78	100,0%
Frequência	61,6%	25,6%	12,8%		

Tabela 2: Nível de cognição de acordo com as respostas elaboradas pelos alunos

A partir de uma análise horizontal, podemos identificar que as respostas categorizadas por N1 e N2 estão concentradas no momento da contextualização, mostrando um esforço dos estudantes em apenas buscar uma resposta para a problemática, conforme exemplos:

- O vídeo mostra um gato tentando pegar os peixes em um lago congelado. (G 6)
- A superfície da água passou da forma líquida para a sólida, isso se chama solidificação. (G 2)
- A temperatura climática do lugar discutido, é fria e úmida. (G 5)

Ainda horizontalmente, esta tabela evidencia que respostas de níveis cognitivos N3 e N4 aparecem em todos os momentos da atividade investigativa, correspondendo 61,6% do total, conforme excertos:

- Porque quando a superfície da água congelou o resto da água não estava mais em contato com o ar frio. (G 4)
- A camada de gelo funciona como um cobertor, impedindo que a água mais profunda congele. (G 10)
- Não. Pois o gelo é menos pesado que a água. Caso contrário o gelo se afundaria. (G 6)
- Não, o gelo é mais leve pois as bolhas de ar ficam espalhadas no gelo. (G 2)

- A líquida é mais pesada pois o sólido tem mais ar. (G 7)

Esses dados indicam o favorecimento de uma fase de transição em que os alunos começam a estabelecer caminhos para a resolução do problema, exigindo tomada de decisões e pensamento crítico e avaliativo (N3), mas também apresentando respostas (N4) que envolvem “elaboração de hipóteses, análise de variáveis e relações causais, ou seja, pensamentos mais complexos para a resolução de um problema” (SUART e MARCONDES, 2009, p. 59).

Também verticalmente, destaca-se a presença destes dois níveis, N3 e N4, nos três momentos. Acreditamos que essa situação foi impulsionada pelo fato de que os experimentos propiciaram o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre os fenômenos e articular com os conhecimentos anteriores. Já a finalização favoreceu a capacidade da escrita, pois o estudante precisou argumentar e tomar uma decisão e/ou conclusão frente ao problema proposto (Por que o gato não conseguiu pegar os peixes?), conforme excertos:

- Pois a superfície do lago estava congelada mesmo o fundo estando líquido, pois a água é mais densa que o gelo por isso ela (a água) fica somente abaixo da superfície. (G 5)
- Pois com a superfície da água congelada o gato não chegou até os peixes e conseqüentemente, não conseguiu pegá-los. O gelo da superfície agiu como isolante térmico, e não permitiu que o resto da água congele, e para que a superfície congele a temperatura tem que estar abaixo de 0°C. (G 8)
- O gato não conseguiu pegar o peixe porque a superfície congelada da água protegia os peixes impedindo que o gato chegasse até os peixes pois a superfície estava no estado sólido e era impossível o gato passar por ela. (G 2)

Concordamos com Suart e Marcondes (2009), quando apontam que o nível cognitivo N3 pode ser considerado tanto LOCS como HOCS, pois além de utilizar dados e conceitos memorísticos, faz uso de processos que se aproximam do nível N4, como a elaboração de hipóteses e pensamento avaliativo. No caso desta pesquisa, não identificamos nenhuma resposta de nível cognitivo N5 na qual se considera que o aluno consegue ultrapassar a situação analisada e a transporta para outros contextos.

Conclusões

De acordo com a análise dos resultados podemos afirmar que a problematização ao longo das atividades investigativas envolvendo questões verdadeiras (abertas), associada a uma abordagem comunicativa dialógica, favoreceu com que os estudantes se sentissem motivados a participar de forma mais ativa, já que sua opinião foi considerada.

Também constatamos um direcionamento ascendente nos níveis cognitivos apresentados nas respostas dos estudantes em cada etapa da atividade investigativa. Conceitos e situações conhecidas são transpostos de acordo com o aumento da exigência requerida pelas perguntas norteadoras lançadas pela professora. No final, transformaram-se em respostas mais completas, elaboradas a partir da interface entre as concepções iniciais e os conceitos apreendidos, no sentido de confirmar ou refutar as hipóteses indicadas inicialmente.

É conveniente destacar a importância da formação continuada do professor, que busca atualizar as concepções e conceitos que regem suas ações em sala de aula, buscando refletir sobre sua *práxis* no sentido de almejar um maior, melhor e mais prazeroso aprendizado para o estudante.

Uma possível implicação desta pesquisa para a área de Educação em Ciências consiste em considerar que o processo de ensino e aprendizagem por meio de habilidades cognitivas de

ordem alta é desejável, porém as estratégias de ensino e os métodos de avaliação escolhidos pelo professor precisam ser alinhados a esse fim.

Agradecimentos

Ao colégio e aos participantes pela colaboração com a pesquisa e ao PPGPE/UFSCar.

Referências

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1999. 203p.

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. Anna Maria Pessoa de Carvalho (Org). 1º ed. São Paulo. Cengage Learning, 2015.

CAMPOS, M. C. C e NIGRO, R. G. **Didática de Ciências: o ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD. 1999. 192p.

CARVALHO, A.M.P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino Investigativas. In: _____. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1º ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

DOMIN, D.S. A content analysis of general chemistry laboratory manuals for evidence os higher-order cognitive tasks. **Journal of Chemical Education**, 76 (1), p. 109-111, 1999.

FERNANDES, M.M; SILVA, M.H.S. O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 4 (1), p.45-58, 2004.

HOFSTEIN, A.; NAVON, O.; KIPNIS, Mira; MAMLOK-NAAMAN, R. Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. **Journal of Research in Science Teaching**, 42 (7), p. 791- 806, 2005.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.P.; BROCOS, P. Desafios metodológicos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 139-159, 2015.

MORTIMER, E. F. E SCOTT, P. Atividades discursivas nas salas de aulas de ciências: uma ferramenta sócio-cultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações no Ensino de Ciências**, 7 (3), 283-306, 2002

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007.

PERRENOUD, P. **10 Novas Competências para Ensinar**. Porto Alegre: Artmed. 2000. 192p.

SÁ, E. F. de, PAULA, H. de F, LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, **Atas**, 2007.

SHEPARDSON, D.P.; PIZZINI, E.L. Questioning levels of Junior high school science textbook and their implications for learning textual information. **Science Education**, 75 (6), 673-688, 1991.

SILVA JÚNIOR, J. M. COELHO, G. R. A aquisição de conceitos, atitudes e procedimentos de alunos de ensino médio em uma atividade investigativa sobre o tema Efeito Fotoelétrico. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2015.

SOUZA, F. L., AKAHOSHI, L.H., MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Cetec capacitações: Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado – Centro Paula Souza - Setec/MEC, 2013. p. 90.

SUART, R. C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas**. 2008. 218 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, USP, São Paulo, 2008.

SUART, R. C. MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Revista Ciências e Cognição**, v.14, p. 50-74, 2009.

WILSEK, M. A. G.; TOSIN, J. A. P. Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas. In: PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**: Cadernos PDE. Curitiba: SEED, 2011. p. 02-45.

ZOLLER, U. Are lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS; unlikely for HOCS. **J. Chemical Ed.**, 70 (3), 195-197, 1993.

ZOLLER, U. Alternative assesment as (critical) means of facilitating HOCS-Promoting teaching and learning in Chemistry Education. *Chemistry Ed. Res. Practice Europe*, 2 (1), 9-17, 2001.

ZÔMPERO, A. F, LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 03, p. 67-80, 2011.