

A abordagem da Tensão Superficial através da experimentação investigativa

Tiarles R. dos Santos¹ (FM)*, Greice Tabarelli (FM)¹, Morilo A. Delevati (IC)¹.
tiarles.santos@iffarroupilha.edu.br

¹ Instituto Federal Farroupilha – Campus São Vicente do Sul. Rua Vinte de Setembro,, São Vicente do Sul - RS, CEP 97420-000

Palavras-Chave: Ensino de Química, Experimentação, Tensão Superficial

Resumo: A QUÍMICA É UMA CIÊNCIA EXATA QUE POR VEZES É ENCARADA COMO UMA VILÃ PELA MAIOR PARTE DOS ALUNOS. AS AULAS, NO SEU MODELO TRADICIONAL TORNAM ESSA CIÊNCIA DESMOTIVADORA E DESINTERESSANTE POR PARTE DOS DISCENTES. DESTA FORMA, MUITOS DOS SEUS CONTEÚDOS ACABAM ESQUECIDOS E NEM SE QUER SÃO ABORDADOS EM SALA DE AULA PELO FATO DE SEREM TOTALMENTE EXPERIMENTAIS. NESSE SENTIDO, A PROPOSTA DESTE É, ATRAVÉS DA EXPERIMENTAÇÃO POR INVESTIGAÇÃO, ENSINAR OS CONHECIMENTOS QUÍMICOS SOBRE TENSÃO SUPERFICIAL E OS FATORES QUE PODEM ALTERÁ-LA, BUSCANDO AUXILIAR NA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DOS ALUNOS, CONTRIBUINDO PARA A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS CAPAZ DE TORNÁ-LOS DINÂMICOS, INVESTIGATIVOS, CRÍTICOS E REFLEXIVOS. OS RESULTADOS OBTIDOS APONTAM PARA UMA MAIOR CONSOLIDAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ESTUDANTES ATRAVÉS DA INSERÇÃO DE NOVAS INFORMAÇÕES, TENDO COMO ALIADA NESTE PROCESSO A EXPERIMENTAÇÃO QUE PERMITE A VISUALIZAÇÃO DOS CONCEITOS TEÓRICOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E COMPREENSÃO DE SITUAÇÕES COTIDIANAS.

INTRODUÇÃO

Não é de hoje que enfrentamos a problemática situação com relação às dificuldades de aprendizagem que transparecem nos alunos e o desinteresse dos mesmos em relação às aulas de ciências exatas. Física, Química, Matemática, são encaradas pelos estudantes com insatisfação, principalmente pela dificuldade de relacionar os conteúdos abordados com as situações enfrentadas em seu cotidiano. Segundo Serafim (2001), infere-se que o aluno não reconhece o conhecimento científico em situações do cotidiano e que por isso não torna-se capaz de compreender a teoria vista em sala de aula.

Com o objetivo de amenizar estas dificuldades, muitos autores apostam na experimentação como estratégia para que o aluno possa estabelecer a relação concreta entre teoria e prática. Segundo Freire (1997), para compreender a teoria é preciso experienciá-la, constituindo-se de um recurso pedagógico importante que possa vir a auxiliar na construção de conceitos.

A experimentação como prática pedagógica está cada vez mais ganhando destaque pelo corpo docente afim de amenizar as dificuldades de aprendizagem dos alunos. Segundo Hodson (1998), os experimentos desenvolvidos devem ser conduzidos visando diferentes objetivos, como demonstrar fenômenos, ilustrar princípios teóricos, coletar dados, testar hipóteses, desenvolver habilidades de observações ou medidas, adquirir familiaridade com diversos equipamentos, entre outros.

No entanto, as atividades experimentais por si só não garantem a construção dos conhecimentos científicos. Uma série de fatores deve ser considerada para que se obtenha êxito na aplicação desta metodologia. Com afirma Gil-Pérez (2002), geralmente a experimentação é orientada por meio de roteiros, os quais apresentam uma sequência linear de execução, simulando espécies de “receitas”, que acabam desmerecendo a ação pedagógica, impedindo o aluno de desenvolver o raciocínio, o

questionamento e a construção dos conhecimentos científicos, objetivo do ensino de Ciências.

Hudson (2000) afirma que para aprender a fazer ciência é preciso fazê-la de forma crítica e questiona a ineficácia educativa do trabalho experimental, sobretudo, à passividade intelectual dos alunos quando estão ausentes os debates e exploração das ideias, dificultando a compreensão dos conceitos científicos.

Desta forma, a experimentação deve ser vista como uma atividade problematizadora que leve o aluno a pensar e refletir de forma crítica sobre questões que lhe forem apresentadas. Para que essa relação seja efetiva, é fundamental que o professor conduza as aulas de laboratório de forma oposta às tradicionais, colocando o aluno frente a situações-problema, que sejam preferencialmente reais, propiciando a construção do próprio aprendizado. Essa contextualização é defendida por Zuliani (2006), que traz a investigação a partir de fatos cotidianos como proposta de tornar a experimentação uma metodologia em que é possível criar situações que propiciem maior motivação por parte dos alunos.

Na experimentação por investigação, é permitido ao estudante explorar, interagir com a situação atual, na busca de resultados, através do planejamento das investigações, estratégias para a coleta de dados e idealização da sua própria interpretação para expor os resultados encontrados. Desta forma, não há a restrição dos processos experimentais, através da execução de instruções e comandos que ocorre na abordagem tradicional. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos ultrapassa a mera execução de certo tipo de tarefas, tornando-se uma oportunidade para desenvolver novas compreensões, significados e conhecimentos do conteúdo ensinado (Maués e Lima, 2006).

As atividades de caráter investigativo implicam, inicialmente, a proposição de situações problemas, que, então orientam e acompanham todo o processo de investigação. Nesse contexto o professor desempenha o papel de guia e de orientador das atividades – é ele quem propõe e discute questões, contribui para o planejamento da investigação dos alunos, orienta o levantamento de evidências e explicações teóricas, possibilita a discussão e a argumentação entre os estudantes, introduz conceitos e promove a sistematização do conhecimento. Conseqüentemente, o professor oportuniza, de forma significativa, a vivência de experiências pelos estudantes, permitindo-lhes, assim, a construção de novos conhecimentos acerca do que está sendo investigado.

Neste sentido, este trabalho aborda, através da experimentação, os conceitos de Tensão Superficial e alguns fatores que podem alterá-la, tema este que na maioria das vezes acaba sendo abolido do currículo escolar da disciplina de Química, mas que está ligado diretamente a muitas situações cotidianas vivenciadas pelos estudantes.

METODOLOGIA

A atividade experimental de caráter investigativo baseou-se nas considerações de Herman (1999) e Volkam e Abel (2003), através da reflexão das questões:

A atividade:

- a) É direcionada a partir de um problema ou uma situação-problema relevante?
- b) Envolve os alunos em formulação e testagem de hipóteses experimentais?
- c) Propicia a coleta e o registro de dados por parte dos próprios alunos?

d) Permite aos alunos a elaboração de explicações a partir das evidências encontradas?

e) Permite aos alunos a comparação dos seus resultados com diversas alternativas?

f) Propicia aos alunos oportunidade de discutir suas ideias com os colegas por meio da mediação docente?

A partir das respostas afirmativas para tais questionamentos, confirma-se o caráter investigativo da atividade desenvolvida.

A atividade foi desenvolvida no Instituto Federal Farroupilha, Campus São Vicente do Sul e contou com a participação de 8 estudantes dos três anos do Ensino Médio dos Cursos Técnicos Integrados em Agropecuária, Manutenção e Suporte em Informática e Administração, além de acadêmicos do curso de Licenciatura em Química da mesma instituição, divididos em grupos de três componentes, e teve como objetivo analisar a tensão superficial da água e quais fatores poderia modificar esta propriedade. A atividade foi desenvolvida em 2 horas aula.

Primeiramente, elaborou-se um questionário inicial com os alunos, como forma de problematizar e obter as concepções prévias relacionadas com os conteúdos abordados posteriormente na oficina. As perguntas lançadas aos estudantes abordaram alguns aspectos vivenciado no seu cotidiano, com o objetivo de indaga-los a relacionar a química com diferentes situações. O questionário compreendeu questões abertas do tipo *survey* tais como: 1) O que você entende por Tensão Superficial? Existem fatores que podem alterá-la?; 2) Por que a gota é redonda/ possui formato esférico?; 3) Como as moléculas de água estão unidas?; 4) Por que alguns insetos podem andar sobre a água? É importante destacar que, ao lado das questões haviam imagens com o objetivo de auxiliar os estudantes a formularem as suas concepções prévias e que seriam discutidas posteriormente.

Após o questionário, os alunos receberam explicações relacionadas aos conceitos de forças intermoleculares e polaridade, destacando-se como a tensão superficial é formada. Assim, discutiu-se qual o tipo de força intermolecular que está presente na água e como as moléculas se comportam na superfície e interior do líquido. Utilizou-se para a explanação do conteúdo, figuras e animações do cotidiano dos alunos e esquemas que simbolizavam o nível submicroscópico de atração das moléculas de água. Esta etapa foi preparada e desenvolvida de modo a não induzir os alunos à formulação de propostas de soluções para a atividade experimental a ser desenvolvida.

A atividade experimental consistia em uma “Aposta de Tensão Superficial” com o seguinte questionamento feito aos estudantes: “Quantas gotas de água destilada cabem sobre uma moeda de 5 centavos?”. Foi solicitado que os discentes anotassem um número provável de gotas para que pudessem comparar após a atividade experimental. A seguir, com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, os estudantes puderam verificar a real quantidade de gotas que a moeda suportava.

Em um segundo momento, disponibilizou-se duas soluções aquosas, uma com detergente e outra com sal de cozinha. Novamente os estudantes foram questionados sobre o possível número de gotas que caberia na moeda e puderam fazer a comparação após a realização da atividade. Solicitou-se aos estudantes que anotassem os resultados para discutir posteriormente.

Após a atividade experimental envolvendo as duas soluções aquosas contendo sal de cozinha e detergente, abordou-se os conceitos de Solvatação dos íons. Relacionou-se como as moléculas de água se comportam quando há a presença de íons em solução, através das cargas parciais positivas e negativas presentes nas

moléculas de água com as cargas reais presentes nos íons Na e Cl e como estes influenciavam no aumento da Tensão Superficial do líquido, visto que as moléculas da superfície são mais fortemente atraídas para o interior da solução.

Nesta etapa, também foram explanados os conceitos de surfactantes, moléculas com alto peso molecular presentes no detergente que possuem uma parte polar capaz de interagir com a água e outra parte apolar, as quais acabam ficando na superfície fazendo com que haja uma maior interação das moléculas de água da superfície com as moléculas do surfactante, diminuindo portanto, a Tensão Superficial.

Ao final, aplicou-se um questionário que trazia questões envolvendo os conceitos vistos anteriormente e a atividade prática realizada de forma a relacionar os dados experimentais obtidos pelos estudantes com o conteúdo teórico. O questionário compreendia questões abertas e objetivas, retiradas da prova do ENEM, com o objetivo de despertar a motivação, fazendo-os adquirir atitudes tais como a curiosidade, desejo de experimentar e confrontar resultados, permitindo que haja uma profunda mudança conceitual e metodológica não só com esse conteúdo, mas com a aprendizagem de Química em geral.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O objetivo principal da realização da atividade experimental de caráter investigativo foi de, através da abordagem da tensão superficial e dos fatores que podem alterá-la, permitir aos estudantes desenvolver a criticidade através do confronto de resultados, para que seja desenvolvido um resultado final e comum a todos, além de aplicar os conceitos químicos em situações reais, fugindo da teoria e explanação conteudistas.

A primeira etapa da atividade consistiu na aplicação de um questionário com perguntas que indagassem os alunos quanto aos seus conhecimentos científicos. A primeira pergunta questionava com relação aos conceitos de Tensão Superficial e quais fatores podiam alterá-la. Percebeu-se que a maioria dos estudantes não possuía conhecimento sobre o tema ou apresentavam uma certa confusão de conceitos, que foi confirmado pelas respostas obtidas. Os estudantes foram numerados de forma a preservar a sua identidade.

E1: "...as moléculas da parte de cima chegam a um ponto limite."

E4: "Interação física entre duas fases, uma espécie de barreira criada. A temperatura é um fator que pode alterar essa "barreira"."

E7: "Tensão superficial é uma força localizada em um determinado ponto."

Destaca-se que a imagem relacionada a esta questão – um mergulhador emergindo da água de uma piscina - (Figura 1) indagou os alunos a relacionar as concepções de tensão superficial com a circunstância observada. Isto vai ao encontro de Costa (2005) quando afirma que as imagens apresentam um caráter intuitivo maior do que a linguagem verbal/escrita, pelo fato de estas serem mais universais do que a linguagem verbal ou sonora. Desta forma, a utilização de imagens para a elaboração de conceitos prévios sobre determinado tema pode ser útil como um recurso didático devido ao caráter intuitivo que se mostra capaz de facilitar a aprendizagem dos estudantes.



Figura 1 – Imagem auxiliar do Questionamento: O que você entende por Tensão Superficial? Quais fatores podem alterá-la?

O segundo questionamento relacionou o formato esférico da gota e indagou os estudantes porque uma gota é redonda. Apesar de concordar com a afirmação de que todas as gotas possuem este aspecto, os estudantes não conseguiram explicar através de conceitos científicos, apontando a pressão atmosférica, a velocidade da gota ao cair ou até o formato do cano em que a água se encontra como determinantes no formato esférico da água.

Com relação à forma como as moléculas de água estão unidas, cerca de 45% das respostas mencionaram as interações intermoleculares, sobretudo as ligações de hidrogênio como ocasionadoras das propriedades que a água possui. Porém, a maioria das respostas apontavam para uma confusão conceitual entre “ligação” e “interação”, observadas quando alguns estudantes mencionaram as ligações covalentes como determinante na união das moléculas de água.

A pergunta final do questionário inicial relacionou a tensão superficial com a possibilidade de alguns insetos conseguirem andar sobre a água. Todos os estudantes afirmaram que já observaram esta situação, porém afirmam que isto só é possível devido aos conceitos de densidade da água e do inseto, visto que a maioria dos insetos possuem substâncias nas patas que fazem com que estes se equilibrem sobre a água. Podemos observar aqui mais erros conceituais, neste caso envolvendo também a propriedade da densidade dos líquidos.

A segunda etapa foi a realização da atividade experimental que constituiu o questionamento da quantidade de gotas de água destilada que caberiam sobre uma moeda de 5 centavos. As respostas obtidas tinham uma grande variação (Quadro 1), comprovada após o teste feito (Figura 2). A realização deste questionamento vai ao encontro do que afirma Bachelard (1996) em que o conhecimento é a resposta de alguma pergunta, e permite que os estudantes comprovem na prática, a hipótese apresentada por eles.

Quadro 1: Relação do número prévio de gotas e número real de gotas por estudante

Estudante	Número prévio de gotas	Número real de gotas
E1	15	25
E2	5	30
E3	20	45
E4	10	65
E5	10	36

E6	12	69
E7	15	81
E8	7	38

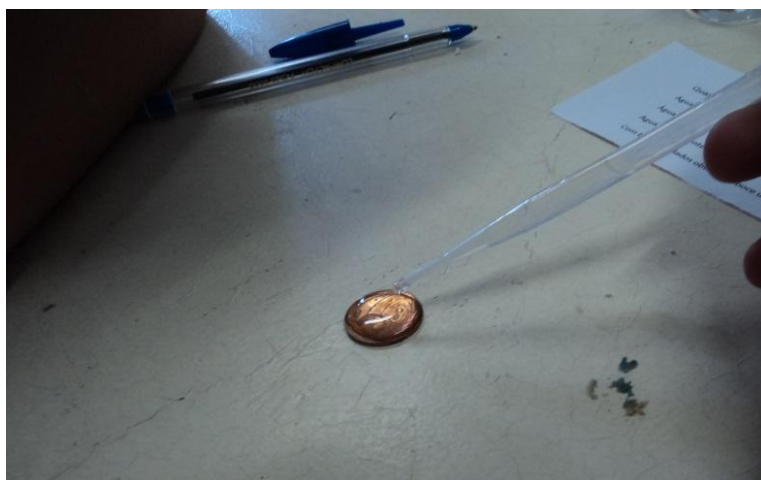


Figura 2: Realização da atividade experimental

O confronto de resultados, imprescindível em uma atividade investigativa segundo Lewin e Lomascólo (1998), se dá no momento em que os estudantes encontram resultados diferentes quanto ao número de gotas que cada um conseguiu colocar sobre a moeda, chegando à conclusão de que a variação no número de gotas estava relacionada com a força que a gota adquiria ao atingir a moeda, que poderia ou não romper a película formadora pelas moléculas de água. O fato de alguns estudantes obterem um número inferior remetia ao rompimento das forças de atração das moléculas de água pela força mecânica produzida pela gota que caía sobre a moeda.

A seguir, foram dispostas duas soluções aquosas: uma contendo sal de cozinha e outra contendo detergente, para que, com o auxílio de outras pipetas e outras moedas, de forma a evitar a contaminação das soluções e alteração do número de gotas, os estudantes pudessem repetir e comparar os resultados com os obtidos somente com a água destilada (Figura 2). Os resultados estão expressos no Quadro 2



Figura 2: Moeda de 5 centavos com solução aquosa de sal de cozinha

Quadro 2: Número de gotas obtidos pelos estudantes com as 3 amostras

Estudante	Água Destilada	Solução aquosa de sal de cozinha	Solução aquosa de detergente
E1	25	57	15
E2	30	70	28
E3	45	65	26
E4	65	41	33
E5	36	39	20
E6	69	65	48
E7	81	78	31
E8	38	55	19

Após a realização da atividade experimental, observou-se que os estudantes se mostraram interessados em compreender como a adição de sal de cozinha ou detergente variava o número de gotas. Nesta etapa foram abordados os conceitos de solvatação relacionando a presença dos íons sódio e cloro no interior da solução, aumentando a tensão superficial e conseqüentemente, aumentando o número de gotas sobre a moeda. Em contrapartida, a adição de um surfactante, neste caso o detergente, diminui a tensão superficial pelo fato de as moléculas da superfície interagirem com as moléculas de surfactante, ocasionando a diminuição de gotas sobre a moeda.

Os estudantes E4 e E7 obtiveram um número inferior de gotas com a solução de sal de cozinha. Com estes dois casos, foi discutido e relacionado com o fato de mosquitos mais pesados acabarem afundando no interior do líquido, devido ao aumento da força mecânica ocasionada pela altura em que a gota era lançada.

Questionados novamente sobre o conceito de Tensão Superficial e quais fatores podem alterá-la, os estudantes elaboraram respostas mais concretas, utilizando informações conceituais vistas durante a atividade, o que demonstra uma organização no seu conhecimento prévio através de novas informações que foram consolidadas.

E1: *“A tensão superficial ocorre devido às atrações intermoleculares da água chamadas de ligações ou pontes de hidrogênio na superfície de uma substância, nesse caso, a água.”*

E4: *“É a atração das moléculas de água da superfície por outras do meio da solução. O sal aumenta esse poder de atração e o detergente diminui porque fica na superfície.”*

E7: *“Tensão Superficial é a camada de cima da água que faz quando ela se atrai pra dentro do copo por outras moléculas. O sal aumenta e o detergente diminui essa atração.”*

Estas afirmações corroboram com os estudos de Ausubel (1963) sobre aprendizagem significativa, em que "O fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece". Para o mesmo autor, aprender significativamente é ampliar e reconfigurar ideias já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos.

Uma das abordagens do questionário final estava voltada na compreensão da seguinte situação: *“Alguns insetos andam com facilidade sobre a água. Em rios poluídos com esgoto doméstico isso é mais difícil de acontecer, principalmente devido à presença de grandes quantidades de sabão e detergente provenientes de atividades como lavar louças e roupas e tomar banho. Por que a água poluída dessa*

forma impede que os insetos caminhem sobre sua superfície?”. Todos os estudantes foram capazes de relacionar a diminuição da Tensão Superficial com o fato de os mosquitos “afundarem” na água poluída por causa da alta concentração de surfactantes.

Por fim, os estudantes responderam uma questão que foi retirada da prova do ENEM que relacionava a tensão superficial com as propriedades da água e quais fatores eram responsáveis pela sua formação. *“A tensão superficial da água explica vários fenômenos, como o da capilaridade, a forma esférica das gotas de água e o fato de alguns insetos poderem andar sobre a água. A alta tensão superficial da água é uma consequência direta: a) da sua viscosidade. b) do seu elevado ponto de fusão. c) do seu elevado ponto de ebulição. d) das atrações intermoleculares. e) das ligações covalentes entre os átomos de “H” e “O”.*

Como tratava-se de uma questão objetiva, observou-se que os alunos não mais relacionaram a tensão superficial e a forma como as moléculas de água estão unidas com as ligações covalentes entre os átomos de oxigênio e hidrogênio ou com viscosidade, por exemplo. Esta mudança conceitual remete ao novo conceito que foi incorporado significativamente pelos estudantes, promovendo assim uma aprendizagem efetiva.

Desta forma, a abordagem deste tema, através da experimentação por investigação se mostrou de forma efetiva, pois permitiu aos estudantes o confronto de resultados e a visualização dos conceitos vistos teoricamente através de uma prática simples e de fácil compreensão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o término da atividade e análise dos resultados, podemos concluir que a atividade se mostrou eficaz, pois muitos dos conceitos químicos são vistos apenas na teoria pelos estudantes participantes da pesquisa. A prática permite que sejam visualizados todos estes conceitos e relacioná-los com a resolução de problemas, sobretudo do cotidiano dos alunos.

O confronto dos resultados permitiu aos alunos observarem que é possível ocorrerem erros quando se está realizando uma prática mas que estes devem ser justificados, de forma a mostrar que por trás destes conceitos outros inúmeros estão concomitantes.

Através da atividade experimental, conclui-se que os estudantes já não cometiam mais os erros conceituais e confusão com as propriedades em questão, o que demonstra que foi promovido uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes que reorganizaram o seu conhecimento prévio através da implementação das novas informações que lhes foram transmitidas.

Neste sentido, vale destacar que a utilização de atividades de caráter experimental em Química é de suma importância para a melhor compreensão dos conceitos científicos, visto que as principais dificuldades dos alunos e que acabam desmotivando-os muitas vezes está na não compreensão do mundo submicroscópico dos átomos e moléculas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSUBEL, D.P. The psychology of meaningful verbal learning. New York, Grune and Stratton, 1963.
BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996

- BAZIN, M. (1987). Three years of living science in Rio de Janeiro: learning from experience. Scientific Literacy Papers, 67-74. Brasil, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- COSTA, C. Educação, imagem e mídias. São Paulo: Cortez, 2005.
- FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997
- GIL-PÉREZ, D. A Hipótese E A Experiência Científica Em Educação Em Ciência: Contributos Para Uma Reorientação Epistemológica. Ciência & Educação, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.
- HODSON, D. Existe um método científico? Education in chemistry, V. 11, p. 112-116, 1982.
- HUDSON, In: SILVA, L. H. de A. e ZANON, L. B. Título do capítulo. In: SCHNETZLER, R. e ARAGÃO, R. de. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. 1ed. São Paulo:UNIMEP. 2000. 182p.
- LEWIN, A.M.F e LOMASCÓLO, T.M.M. La metodología científica em la construcción de conocimientos. Enseñanza de las Ciencias, v. 20, n. 2, p. 147-510, 1998
- LIMA, M. E. C. C.; MAUÉS, E. Uma releitura do papel da professora das séries iniciais no desenvolvimento e aprendizagem de ciências das crianças. Ensaio, V 8, n. 2, p.161-175, dez. 2006.
- ROSITO, B. A. O Ensino de Ciências e a Experimentação. In: MORAES, R. (org.). Construtivismo e Ensino de Ciências: Reflexões Epistemológicas e Metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.
- SERAFIM, M.C. A Falácia da Dicotomia Teoria-Prática Rev. Espaço Acadêmico, 7. Acesso em 04.out.2011. Disponível em: www.espacoacademico.com.br, 2001.
- VOLKMANN, M.J. e ABEL, S.K. Rethinking laboratories. The Science Teacher, September, p. 38-41, 2003.
- ZULIANI, S.R.Q. A Prática de ensino de química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social. Tese (doutorado)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.