

Uso de simulação interativa na aprendizagem cooperativa e investigativa de Cinética Química

Use of interactive simulation in the cooperative and investigative learning of chemistry kinetic

Flávio Silva Rezende

Escola Estadual Alonso de Moraes Andrade – EEAMA
fsilvarezende@gmail.com

Angélica de Oliveira Araújo

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
angelica.araujo@ufvjm.edu.br

Resumo

O presente trabalho apresenta as percepções de estudantes do 3º ano do Ensino Médio sobre uso da simulação interativa PhET “*Reações e Taxas*” em proposta de ensino cooperativo e investigativo de Cinética Química. Uma sequência didática foi planejada para desenvolvimento deste trabalho e finalização do curso de especialização em Ensino de Ciências por Investigação (ENCI/CECIMIG/UFMG). Durante execução da proposta, um questionário em escala *Likert* foi aplicado para avaliar as percepções dos participantes. Os resultados indicaram potencialidades para o uso da simulação no ensino cooperativo e investigativo. Entre elas, destaca-se: (I) engajamento discente nas atividades devido a interatividade, facilidade e repetibilidade na manipulação da simulação; (II) mudança de postura participativa (de atuação discente passiva para ativa) e (III) facilidade na compreensão dos fenômenos físicos e químicos na forma mais concreta e menos abstrata. Por outro lado, recomendações foram realizadas sobre o uso desse recurso didático: (I) quantidade de informações a serem processadas ao mesmo tempo, (II) não proporcionar efetiva independência em relação ao docente e (III) não restringir o uso da simulação somente ao docente da disciplina.

Palavras chave: Ensino de Química, Ensino por Investigação, Método *Jigsaw*, Simulação Interativa, Cinética Química.

Abstract

The present work presents perceptions of third year high school students about the use of PhET interactive simulation “*Reactions and Rates*” in a cooperative and investigative proposal for chemical kinetic. Didactic sequence was planned to finalize the course in Science Teaching by Inquiry (ENCI/CECIMIG/UFMG). During the execution of the proposal, a questionnaire on a *Likert* scale was applied to assess the participants’ perceptions. The results indicated potentialities for the use of simulation and cooperative and investigative teaching. Among then, the following stand out: (I) student engagement in activities due to interactivity, ease and repeability in handling the simulation; (II) change of participative posture (from passive to active student performance) and (III) ease in understanding physical and chemical

phenomena in a more concrete and less abstract way. On the Other hand, recommendations were made about the use of this teaching resource: (I) amount of information to be processed at the same time, (II) does not provide effective Independence in relation to the teacher and (III) not restrict the use of simulation only to the subject's teacher.

Key words: Chemistry Teaching, Inquiry as Teaching, *Jigsaw Method*, Interactive Simulation, Kinetic Chemistry.

Introdução

O processo de ensinar ciências ainda tem sido conduzido permeado por características do modelo tradicional de ensino. Neste sentido, costumam ser adotadas práticas pedagógicas que priorizam a memorização de fórmulas, regras de nomenclatura ou aplicação de operações matemáticas para solucionar exercícios em busca de resultados numéricos. Propor, aplicar e avaliar alternativas didáticas e metodológicas que oportunizem momentos para construção do conhecimento por meio da interação entre sujeitos e outros recursos didáticos é fundamental para a aprendizagem de química.

A simulação interativa como recurso didático pode trazer uma situação-problema abordando um fenômeno físico ou químico a ser investigado. Neste breve contexto, tem-se a simulação PhET “*Reações e Taxas*”¹ como destaque. Na tela principal de uma simulação, o estudante terá contato com botões de controle dos fatores e variáveis envolvidas com a ocorrência do fenômeno. Acredita-se que a manipulação dos dispositivos desta ferramenta oferece oportunidade para adquirir habilidades que fazem parte dos componentes para uma proposta de ensino voltada à investigação. Observar a ocorrência de fenômeno, elaborar hipóteses, identificar evidências, interpretar informações, elaborar e propor argumentos e redigir explicações, elaborar argumentos, analisar e interpretar informações são algumas habilidades que podem ser agregadas com uso de simulações interativas (RIBEIRO; GRECA, 2003; FINKELSTEIN et al., 2005; WIEMAN; PERKINS, 2006).

No curso de especialização ENCI², percebeu-se claramente um caminho distinto da proposta por Adams, Paulson e Wieman (2008). Nessa proposta, o professor atua como guia ou facilitador da aprendizagem apoiando os discentes nas atividades investigativas. A utilização de problemas na forma de questões abertas ou fechadas como recurso da promoção do pensamento crítico, relacionando evidências e explicações tornam o aluno ou a aluna um componente ativo, e não passivo do processo de ensino e aprendizagem. Evidencia-se em poucas das características enunciadas, o processo coletivo da aprendizagem cooperativa. Porém, Adams, Paulson e Wieman (2008) recomendam uma orientação mínima permitindo aos estudantes para conhecer os componentes e funções da simulação, permitindo operar seu modo de aprendizagem, discutindo e produzindo suas próprias explicações acerca do fenômeno em estudo.

As simulações permitem maior interatividade, possibilitando repetir inúmeras vezes os procedimentos necessários ao estudante para desenvolver compreensão de conceitos sobre um

¹A simulação interativa “Reações e Taxas” permite ao discente promover a colisão de átomos e moléculas explorando condições diversas para que uma reação aconteça. Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/reactions-and-rates

²ENCI - Curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação (CECIMIG/FaE/UFGM). Atualmente, CECi - Especialização em Educação em Ciências.

fenômeno físico ou químico por meio de ações que permite ao aluno identificar, manusear, elaborar e contextualizar o fenômeno. Além disso, seu uso pode ser realizado dentro ou fora de sala de aula em qualquer local e horário permitindo quebrar barreiras como: (a) ausência ou falta de equipamentos de laboratórios, (b) número excessivo de alunos na sala de aula, (c) pequena carga horária para a atividade experimental ou (d) demanda de tempo longo para outras atividades.

Diante do apresentado, o presente trabalho pretende discutir as potencialidades de uma simulação interativa em uma proposta didática de ensino investigativo. É importante acrescentar que, sua aplicação abarcou um modelo de ensino-aprendizagem focada no formato de grupo cooperativo *Jigsaw*³. Acredita-se que a associação entre o planejamento idealizado, o recurso computacional e o método cooperativo possam influenciar na melhor compreensão sobre Cinética Química.

Metodologia de Pesquisa

Para realização do trabalho foi necessário: (I) Produção dos termos de autorização para pesquisa; (II) Elaboração da sequência didática; (III) Elaboração dos roteiros investigativos com uso de atividades experimentais e de simulação interativa; (IV) Produção dos questionários de coleta de dados e (V) Aplicação do planejamento didático utilizando o método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw*. Devido à importância do tema Cinética Química para a formação do estudante, a sequência didática denominada “*Alimentos e alimentação: relações com cinética das reações químicas*” foi elaborada constituindo-se de 4 etapas. Todas as etapas foram elaboradas pensando no planejamento envolvendo o uso de atividades experimentais investigativas, simulação interativa “*Reações e Taxas*” e método cooperativo *Jigsaw*. Cada etapa foi estruturada considerando a importância da proposição de atividades que possibilitem a construção de significados pelos discentes (dimensão epistêmica) e estratégias para a promoção de interações sociais (dimensão pedagógica), conforme descrito por Firme *et. al.* (2008).

Tabela 1. Etapa 1 da sequência didática.

Etapa	Dimensão Epistêmica		Dimensão Pedagógica	
	Atividades	Objetivos	Recursos Didáticos	Trabalho dos Alunos
1	- Apresentação da proposta de trabalho, dos objetivos e das atividades a serem desenvolvidas.	- Orientações gerais sobre a proposta de trabalho.	- Datashow.	- Individual.
	- Formação dos grupos de trabalho cooperativo e apresentação descritiva do método <i>Jigsaw</i> .	- Estruturar o grupo de trabalho cooperativo. - Orientar sobre a função e responsabilidade de cada integrante no grupo cooperativo.	- Texto com orientações gerais (Método <i>Jigsaw</i>). - Formulário de registro dos grupos de trabalho cooperativo.	- Individual. - Grupo de Base. - Grupo de Especialistas.
	- Aplicação do questionário de ideias prévias (Pré-Teste): Sobre “Alimentos e Alimentação: Relações com Cinética das Reações Químicas”.	- Recolha de informações sobre alimentos e alimentação e sua relação com cinética das reações químicas.	- Formulário de levantamento de ideias prévias.	- Individual.
	- Introdução ao estudo de cinética química e velocidade das reações químicas (Livro: Química, Martha Reis, v.2 – PNL2/2015).	- Introdução geral ao tema cinética das reações químicas.	- Datashow. - Livro Didático. - Caderno de registro de atividades.	- Grupo Base.
Número de Aulas/Minutos: 3 aulas/60 minutos/cada				

Fonte: Autores do Trabalho.

³ Nesse método, o professor divide os discentes em pequenos grupos heterogêneos (*grupo de base*) de 4 a 6 alunos. O professor prepara o material didático a ser estudado, dividindo o assunto em um número de temas iguais ao número de alunos de cada equipe. Cada integrante deverá estudar o tema e se reunir com os colegas de outros grupos com tema idêntico (*grupo de especialistas*). Os *especialistas* discutem o assunto do seu tema, que depois deverão explicar aos seus colegas do *grupo de base*.

A etapa 1 contemplou apresentação da proposta aos discentes, formação dos grupos de base e de especialistas, aplicação de questionário *pré-teste* e introdução ao estudo de cinética química. Para cada momento, foram propostos objetivos para orientar os participante sobre como e o que seria feito em cada uma das 3 aulas⁴. Este fragmento caracteriza-se pela *dimensão epistêmica*.

A diversidade de recursos didáticos (data show, textos de orientação, formulários de questões, livro didático e caderno de registro) e a forma de trabalho dos alunos (individual, grupos base e grupo cooperativo) pertencem a *dimensão pedagógica*.

A etapa 2 (4 aulas), contemplou discussões por meio atividades teóricas e práticas sobre conceitos básicos de velocidade de reação química e fatores que alteram a cinética das reações químicas. Neste momento, uma atividade investigativa experimental foi aplicada nos grupos de base, não sendo desenvolvida no grupo de especialistas. O mesmo ocorreu durante o uso da simulação interativa envolvendo a interface “*experimentos de taxas*” que foi utilizada com objetivo de favorecer compreensão de aspectos interferentes na cinética das reações.

Na etapa 3, constituída de 6 aulas, foram realizadas atividades investigativas experimentais e duas atividades com uso de simulação, aplicadas usando integralmente o método cooperativo *Jigsaw*. Ao final das atividades um debate foi realizado onde cada grupo de base apresentou suas argumentações em relação às questões propostas para cada atividade. O professor-pesquisador atuou como orientador e mediador das atividades.

Na última etapa (4 aulas), o professor-pesquisador aplicou 4 questionários de avaliação sobre a qualidade pedagógica da simulação, questões referentes a unidade didática planejada, do trabalho cooperativo em método *Jigsaw* e aplicação do pós-teste. Todas essas as avaliações foram individuais com objetivo de registrar as considerações de cada participante.

Os roteiros foram produzidos considerando características investigativas discutidas no curso ENCI: Problematização, levantamento de hipóteses, promoção de debates e discussões, aplicação de teorias, produção de múltiplas interpretações, debate coletivo e comunicação dos resultados são características incorporadas às atividades desenvolvidas. Introduzindo essas características, os roteiros resultantes continham natureza semiestruturada possibilitando a disposição de orientações adequadas aos participantes na tentativa de promover o desenvolvimento de habilidades investigativas (SÁ et al., 2007).

No percurso metodológico deste trabalho foram redigidos, modificados e aplicados 5 instrumentos para a coleta de dados. Conhecimento prévio sobre “*Conservação de alimentos e cinética das reações químicas*” dos participantes foram levantados em questionário denominado *pré-teste*. Opiniões e afirmações sobre a qualidade pedagógica da simulação “*Reações e Taxas*” e do método de aprendizagem cooperativa *Jigsaw* também foram solicitadas. Ao final da aplicação da unidade didática planejada foi aplicado novamente o conjunto de questões do *pré-teste*. Por fim, um conjunto de questões de cinética química foi selecionado para realização de uma avaliação final da proposta desenvolvida.

O organograma a seguir ilustra a sequência pretendida para identificação do conhecimento prévio dos participantes e para reconsideração de possíveis mudanças na estrutura das respostas apresentadas.

⁴ Todas as aulas tiveram duração de 60 minutos cada.

Figura 1. Organograma explicativo das questões elaboradas para o *pré* e *pós-teste*.



Fonte: Autores do Trabalho.

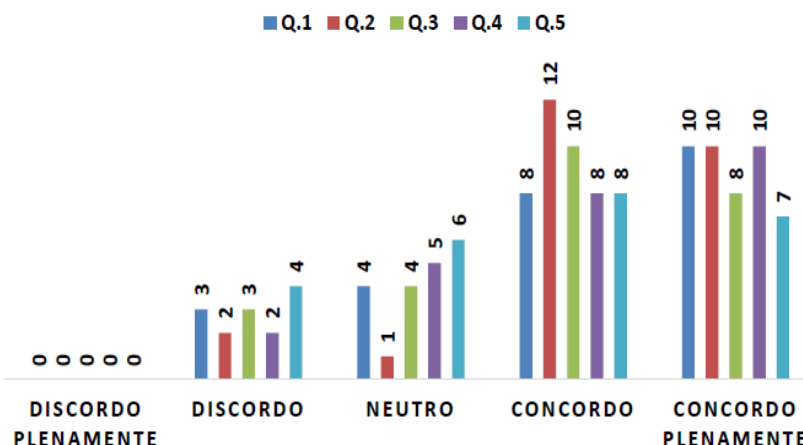
Opiniões e afirmações sobre a qualidade pedagógica da simulação “*Reações e Taxas*” e do método de aprendizagem cooperativa *Jigsaw* também foram solicitadas. Os questionários foram adaptados dos trabalhos de Oliveira e colaboradores (2013) e de Fatareli e colaboradores (2010), respectivamente. Cada questionário de avaliação continha 15 afirmações correspondente ao recurso didático utilizado. Cada questão continha cinco opções posicionadas em níveis diferentes de *concordância*, *neutralidade* e *discordância* na forma de escala *Likert*.

Resultados e Discussões

Para apresentação dos dados coletados optou-se pela elaboração de gráficos de colunas múltiplas visando representar quantitativamente as opiniões dos vinte e cinco participantes ($n = 25$) em relação às impressões pedagógicas sobre o uso da simulação “*Reações e Taxas*”.

As cinco primeiras afirmações fazem referência a *facilidade de manipulação* (Q.1. A simulação interativa é de fácil utilização), *interatividade* (Q.4. O grau de interatividade da simulação interativa é elevado e Q.5. As formas de representações das informações são visualmente agradáveis) e *compreensão do conteúdo* (Q.2. A interface gráfica é simples e de fácil compreensão e Q.3. O conteúdo do aplicativo é abrangente e adequado ao público). O gráfico abaixo reflete a boa aceitação do recurso didático utilizado mediante a ausência de discordância e o grande número de participantes posicionando-se entre *concordo* e *concordo plenamente*.

Gráfico 1. Número de respostas em escala *Likert* para afirmativas 1 a 5.



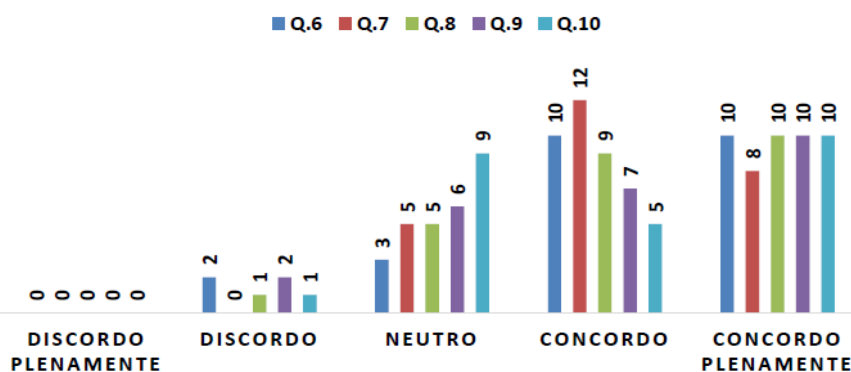
Fonte: Autores do trabalho.

Analisando os resultados, um ponto discordante entre as questões Q.4 e Q.5, já que ambas refletem sobre a interatividade dos participantes com a simulação. Questionando esta diferença em diálogo paralelo, um deles afirmou que “há muita informação para ser processada ao mesmo tempo”, mesmo assim ponderou que “não causa desinteresse, pois permitia a repetição da simulação quantas vezes quisermos”.

Por meio das passagens acima, pôde-se perceber o engajamento discente na busca pela compreensão da simulação interativa visando solucionar a atividade investigativa. Este fato condiz com características de um ensino investigativo, pois favoreceu uma postura mais ativa, buscando inteirar-se do assunto e se apropriando da questão problematizadora proposta (AZEVEDO, 2012; SÁ et al., 2007).

Por se tratar de uma ferramenta didático-computacional com grau de interatividade elevado, a simulação desperta curiosidade e motiva a exploração do conteúdo estabelecendo relações entre as variáveis envolvidas. Sendo assim, a simulação interativa tem *efeitos sobre o processo de ensino-aprendizagem* (Q.7. A simulação interativa contribui para o aprendizado dos conceitos de cinética química; Q.8. A simulação interativa motiva o estudante e coloca-o numa situação de aprendizagem ativa e Q.9. A simulação interativa estimula o raciocínio do aluno) e *no interesse pelo conteúdo e compreensão dos conceitos envolvidos* (Q.6. A forma e o conteúdo do aplicativo despertam a curiosidade e o interesse do usuário e Q.10. As animações presentes no aplicativo facilitam o entendimento dos conceitos).

Gráfico 2. Número de respostas em escala *Likert* para afirmativas 6 a 10.



Fonte: Autores do trabalho.

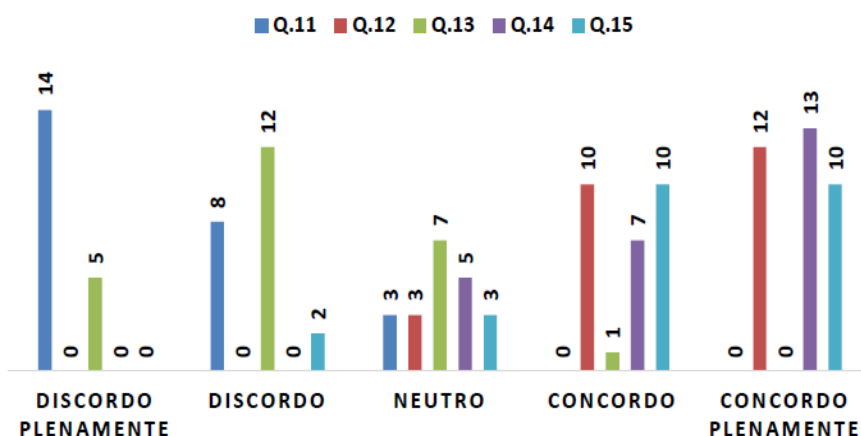
Os resultados indicam boa aceitabilidade do recurso didático, já que parte considerável das afirmações se situou entre *concordo* e *concordo plenamente*. Porém, uma divergência entre duas questões chama atenção para análise.

A questão 7 e 10 abordam a contribuição do software e das animações na compreensão dos conceitos envolvidos. Enquanto 20 participantes assinalam positivamente com a primeira afirmação apenas 15 assinalaram da mesma forma para a segunda afirmação. Neste mesmo ponto é importante registrar a neutralidade de 9 participantes em relação a mesma afirmação. Pode-se explicar tal divergência pela necessária intervenção do professor junto ao grupo de base ou grupo de especialistas. A intervenção realizada a pedido do porta-voz de cada grupo com intuito de explicar como e onde os conceitos de cinética química estavam envolvidos na situação do roteiro investigativo. Uma característica investigativa impregnada nesta passagem foi capacidade de desencadear debates e discussões envolvendo integrantes de cada grupo e/ou com o professor-pesquisador.

No entanto, para que o debate e discussão ocorram é necessário que os participantes tenham elaborado hipóteses e registrado suas dúvidas inserindo-se no processo investigativo. Conforme Sá (2007), os resultados das atividades investigativas precisam ser sustentados por evidências proporcionando momento de busca e troca de informações entre os envolvidos.

As cinco últimas questões da avaliação pedagógica têm como enfoque *para qual sujeito (discente ou docente) a simulação deve ser útil* (Q.11. A utilização da simulação interativa somente pelo professor pode melhorar o rendimento dos estudantes e Q.12. A utilização da simulação interativa pelo professor e pelo aluno pode melhorar o rendimento dos estudantes) e *em qual situação de ensino a simulação interativa pode aplicada* (Q.13. Somente a utilização da simulação interativa traz vantagens sobre o livro impresso; Q.14. A simulação interativa serve como uma ferramenta complementar aos livros nos estudos e Q.15. É possível aprender mais com uso da simulação interativa do que com o uso somente de livros didáticos e atividades experimentais). Os dados reportados no gráfico revelam considerações positivas em relação a participação ativa dos discentes e na importância que este recurso oferece na compreensão além do conteúdo abstrato traduzido pelo professor e contido no livro didático.

Gráfico 3. Número de respostas em escala *Likert* para afirmativas 11 a 15.



Fonte: Autores do trabalho.

O processo de ensino de cinética química torna-se mais adequado com a participação efetiva dos todos os sujeitos envolvidos. A simulação interativa como recurso exclusivo do professor não foi considerada como opção adequada (Q.11). O trabalho coletivo possibilita uma aproximação entre as partes, valorizando a troca de informações, conduzindo debates e

discussões acerca do tema em estudo (Q.12). Esta interação foi valorizada pelos participantes já que o método cooperativo *Jigsaw* ofereceu oportunidade a voz e pensamento de cada um deles.

A mesma interação pode ser descrita ao analisar os dados para afirmação 13. Utilizar somente a simulação não foi considerado uma vantagem relação ao livro didático. Questionando esta diferença em diálogo paralelo, um dos participantes afirmou que “*somente uma maneira não traz fácil compreensão. Os professores deveriam utilizar diferentes formas para ensinar*”. Afirmação descrita acima é reforçada pela distribuição quantitativa para as afirmações (Q.14 e Q.15). Associação entre recursos didáticos é considerada pelos estudantes com um instrumento de verificação da dinâmica nas transformações químicas e na cinética de suas reações.

Considerações Finais

Aprender é uma experiência primordialmente coletiva. Assim, retomando os objetivos deste trabalho, proposição de um planejamento de ensino investigativo e avaliação pedagógica da ferramenta (simulação interativa) através do modelo cooperativo de ensino-aprendizagem, percebeu-se uma avaliação bastante positiva de seu uso e associação pelos discentes investigados neste trabalho. As análises dos dados obtidos da avaliação pedagógica para a simulação interativa e para o método cooperativo confirmam tal apontamento. Debates em grupo, possibilidade de (re)elaboração do conhecimento, troca de informações mediante dúvidas, exposição oral do conhecimento produzido e postura ativa na busca pela compreensão da cinética das reações químicas são alguns pontos proporcionados que podemos destacar em favor do planejamento proposto.

Referências

- ADAMS, W. K.; PAULSON, A.; WIEMAN, C. E. What levels of guidance promote engaged exploration with interactive simulations? *Physics Education Research Conference Proceedings*, v.1064, p.59-62, 2008.
- AZEVEDO, M. C. P. S. *Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula*. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática. 1ª ed. São Paulo: Thompson, 2012. cap. 2, p.19-33.
- FATARELI, F. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw* no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.32, n.3, p. 161-168, 2010.
- FINKELSTEIN, N. D.; ADAMS, W. K.; KELLER, C. J.; KOHL, P. B.; PERKINS, K. K.; PODOLEFSKY, N. S. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, v.1, n.1, p.010103 - 1 – 010103 - 8, 2005.
- FIRME, R. N.; AMARAL, E. M. R.; BARBOSA, R. M. N. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15, Curitiba. Anais. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2008.
- OLIVEIRA, S. F.; MELO, N. F.; SILVA, J. T.; VASCONCELOS, E. A. Softwares de simulação no ensino de atomística: Experiências computacionais para evidenciar micromundos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v.35, n.3, p. 147-151, 2013.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, H. M. Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: Uma revisão de literatura publicada. *Química Nova*, v.26, n.4, p.542-549, 2003.

SÁ, Eliane Ferreira; PAULA, Helder de Figueiredo e; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; AGUIAR, Orlando Gomes de. *As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de Ciências*. VI ENPEC, 2007.

WIEMAN, C. E.; PERKINS, K. K. A powerful tool for teaching science. *Nature Physics*, v.2, p.290-292, 2006.