

# EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÕES: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DAS REAÇÕES REDOX

Maria Rosana Evaristo Da Silva, Elaine Pavini Cintra  
*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo IFSP*  
*Campus São Paulo. Rua Pedro Vicente, 625, 01109-010, São Paulo, SP, Brasil*  
elainecintra@ifsp.edu.br

**RESUMO:** Uma das formas de minimizar as dificuldades enfrentadas pelos alunos no estudo de temas considerados difíceis é diversificar as estratégias de ensino durante as aulas. Neste trabalho, investigamos as contribuições de diferentes atividades práticas, incluindo experimentos didáticos e simulações, no ensino das reações de oxirredução. As atividades experimentais desenvolvidas contribuíram de maneira efetiva para as representações macroscópicas dos fenômenos estudados. As atividades de multimídia abriram espaço para a discussão sobre as limitações e abrangência dos modelos propostos e influenciaram significativamente nas representações submicroscópicas dos alunos.

**PALAVRAS CHAVE:** Multimídia, práticas experimentais, reações redox.

## OBJETIVOS

Analisar as possíveis contribuições de práticas experimentais e de multimídia no ensino das reações redox, verificando a influência dessas estratégias nas representações macroscópicas e submicroscópicas dos alunos.

## MARCO TEÓRICO

Dificuldades no Ensino e Aprendizagem das Reações Redox

Nas últimas décadas, a temática eletroquímica vem sendo alvo de estudos (De Jong & Treagust, 2002) envolvendo os obstáculos enfrentados pelos professores para ensiná-la (Sanger & Greenbowe, 1999), as dificuldades encontradas pelos alunos na compreensão de conceitos relacionados (Sanger & Greenbowe, 1997) e as informações, muitas vezes equivocadas, presentes em livros didáticos (Sanger & Greenbowe, 1999).

As dificuldades enfrentadas no ensino e aprendizagem das reações redox podem estar associadas a problemas como:

- Complexidade envolvendo o conceito de número de oxidação e dificuldade em identificar os agentes oxidante e redutor (De Jong & Treagust, 2002).

- 
- Terminologia utilizada pelo professor que não favorece a aprendizagem dos conceitos. Na reação entre e muitas vezes o professor cita que o cobre é o agente oxidante, porém não faz distinção entre cobre iônico e cobre metálico (De Jong, Acampo & Verdonk, 1995).
  - Linguagem imprecisa e, muitas vezes inapropriada, presente nos livros didáticos, usada na explicação de conceitos envolvidos nas reações redox, que pode criar barreiras para a compreensão desses conceitos (De Jong & Treagust, 2002; Österlund, Berg, & Ekborg, 2010).

### **Recursos multimídia e experimentação no ensino de química**

Diante de temas considerados difíceis de serem abordados em sala de aula, muitos pesquisadores sugerem a associação de estratégias de ensino diferenciadas, buscando a compreensão da química através da exploração dos conceitos nos níveis de representação da química (Cullen & Pentecost, 2011).

O trabalho prático, no qual o aprendiz tem uma postura mais ativa, pode ser uma opção para facilitar o estudo, uma vez que ele pode englobar, além da atividade de laboratório, a aprendizagem auxiliada por computador (CAL), as demonstrações feitas pelo professor, os vídeos/filmes apoiados por atividades de registro de dados, os estudos de casos e as tarefas escritas (Hodson, 1988). Segundo Francisco Jr, Ferreira e Hartwing (2008, p.34) as atividades laboratoriais podem «[...] estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, e espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais». As simulações ou animações podem ajudar na aprendizagem das reações redox uma vez que, podem permitir a captação de processos dinâmicos impossíveis de serem verificados no papel (Sanger & Greenbowe, 1997).

### **METODOLOGIA**

Foram desenvolvidas atividades envolvendo conceitos de reatividade de metais e reações redox com 63 alunos da 2ª série do Ensino Médio/Técnico do IFSP-SP, sendo 30 alunos do curso de mecânica e 33 de eletrônica. Após duas aulas teóricas, onde foram abordados os conceitos básicos de eletroquímica, os alunos foram divididos em dois grupos, sob a responsabilidade de dois professores, e as atividades foram ministradas em quatro aulas, sendo que cada grupo participou tanto das atividades experimentais quanto das atividades com recurso multimídia.

As atividades práticas (Hodson, 1988) permearam as várias etapas do trabalho e a descrição de todas elas é apresentada na figura 1. Tanto as aulas experimentais como as de multimídia foram acompanhadas pelo estudo de «reações propostas» e pela interpretação de histórias em quadrinhos. Nas aulas experimentais, as «reações propostas» foram demonstradas no laboratório de química pelo professor, e nas aulas de multimídia foi apresentado um vídeo das referidas reações.

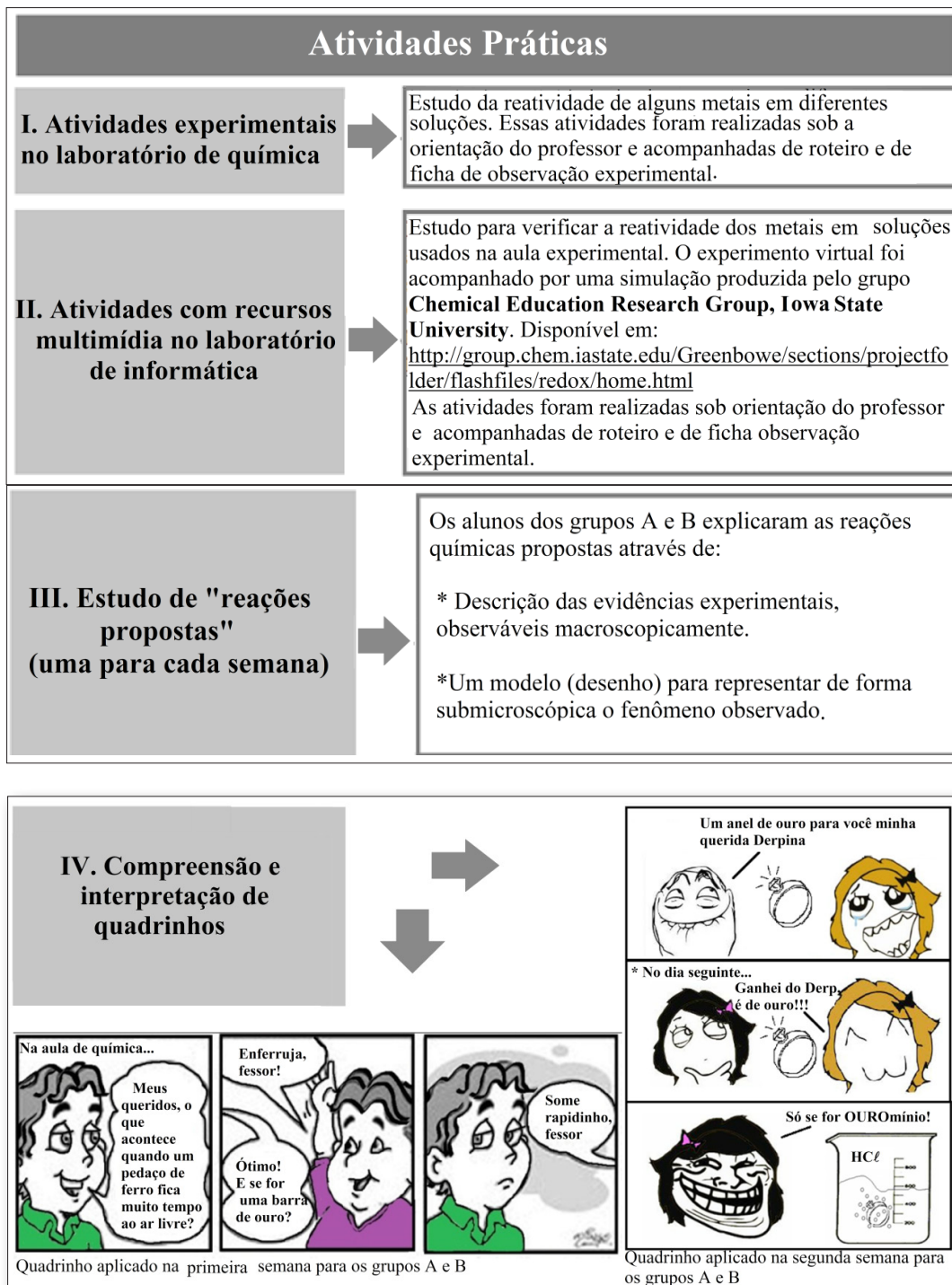


Fig. 1. Resumo das atividades práticas

Foram feitas análises das respostas presentes nas fichas de observação das aulas, das descrições macroscópicas e submicroscópicas (Johnstone, 1993; Gilbert & Treagust, 2009) para as respostas envolvendo as atividades das «reações propostas» e das explicações fornecidas pelos alunos sobre as ideias presentes nos quadrinhos. Nesse trabalho serão discutidos apenas os resultados do estudo das duas

---

últimas atividades citadas anteriormente e a relação entre as concepções propostas pelos alunos, sob a influência da simulação (Tasker & Dalton, 2008) em comparação àquelas induzidas pela atividade experimental.

## RESULTADOS

### Resultados da 1ª semana:

A análise das descrições macroscópicas, pautadas nas evidências da reação de oxidação do metal cobre e redução dos íons prata, apresentadas pelos alunos que participaram das aulas Experimental I (Grupo A) e Multimídia I (Grupo B), mostrou que os alunos do Grupo A descreveram a reação com maior riqueza de detalhes: 61% deles realizaram uma descrição considerada completa, enquanto que somente 41% dos alunos do Grupo B (que acompanharam o experimento através de um vídeo) fizeram uma descrição apresentando evidências experimentais como: formação do depósito de prata metálica (com suas características) e mudança de cor da solução, de transparente para azul. Aparentemente, apesar dos dois grupos observarem a mesma situação-problema, a aula experimental propiciou condições mais favoráveis à observação das evidências experimentais. A representação submicroscópica da reação foi feita através de desenhos. Os desenhos dos alunos do Grupo A (Aula Experimental I) são marcados pela presença de elementos macroscópicos (béqueres, placas metálicas, fios de metal, etc) (Figura 2a) e muitas vezes, pela representação da transferência de elétrons através do modelo de ligação de Lewis. A grande maioria dos alunos faz uso de esferas para representar átomos, íons e elétrons. No Grupo B (Aula Multimídia I), cerca de 50% das representações apresentaram semelhança com o modelo proposto pela simulação. Nos demais desenhos, foi observada uma variedade de propostas para a representação dos átomos: triângulos, quadrados, modelo planetário, símbolos químicos, pontinhos, etc. Diferentemente do que ocorreu com os alunos do Grupo A, nenhum aluno do Grupo B utilizou o modelo de ligação química proposto por Lewis para representar a transferência eletrônica.

### Resultados da 2ª semana:

Nos desenhos com argumentação submicroscópica, feitos pelos alunos do Grupo B (aula Experimental II), há uma clara tendência em representar os átomos como esferas (51%) e, em 22% dos desenhos, essas esferas estão organizadas de forma semelhante àquela proposta na aula de Multimídia I (Figuras 3a e 3b). Esses resultados demonstram que o modelo proposto pela simulação foi capaz de influenciar na representação do fenômeno químico (Carvalho, 2009), tanto na organização como na representação dos átomos. Poucos alunos desse grupo (cerca de 3% apenas) usaram elementos macroscópicos em suas representações. Segundo Ardac e Akaygun, (2004), isso se justifica pelo fato de que, após visualizar uma simulação, o aluno se sente mais confortável para fazer representações submicroscópicas. As representações dos alunos do Grupo A (aula Multimídia II) foram fortemente influenciadas pela simulação e 60% delas apresentaram argumentos originários da mesma. Nesse grupo, somente um aluno utilizou elementos macroscópicos em sua representação.

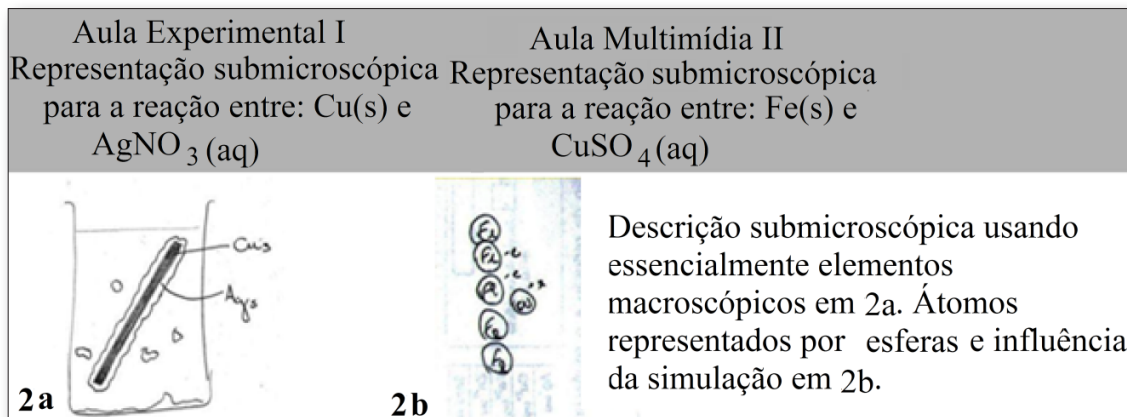


Fig. 2. Representações submicroscópicas do Grupo A, Aulas Experimental I e Multimídia II

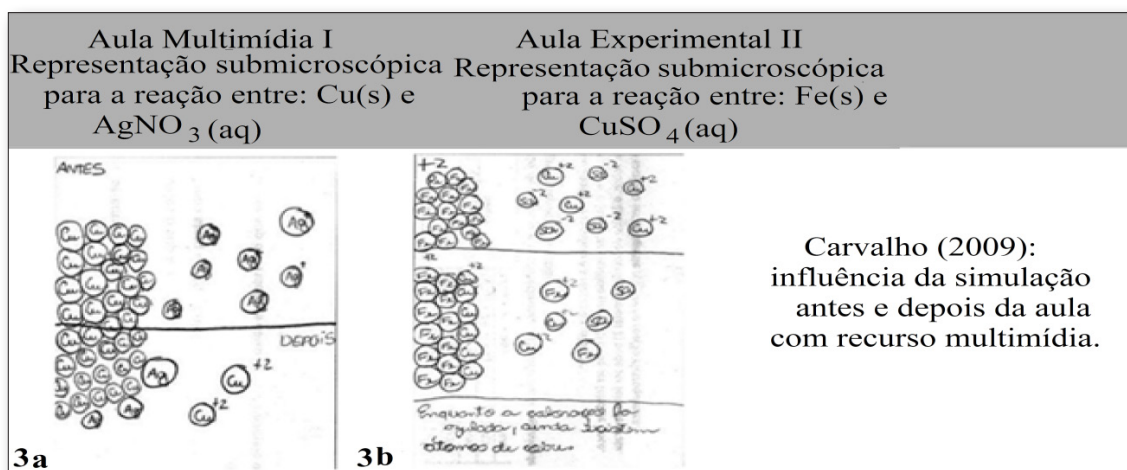


Fig. 3. Representações submicroscópicas do Grupo B, aulas Multimídia I e Experimental II

Em todas as representações submicroscópicas (Grupos A e B) os alunos não fizeram distinção entre o tamanho de cátions e de átomos neutros e a água foi negligenciada. Em muitas das representações os elétrons aparecem em solução. A análise das respostas dos alunos para as diferentes atividades ainda permitiu a verificação erros, que podem influenciar no entendimento conceitual dos estudantes. A figura 4 traz um resumo dos principais equívocos encontrados nas representações.

<b>Erros Conceituais</b>	
<b>Discurso do aluno</b>	<b>Referencial</b>
<p><i>"...houve mudança na coloração da reação, o fio de cobre foi recoberto por fragmentos de prata, que voltou ao estado sólido. O fio de cobre oxidou e passou ao estado líquido, o que causou a coloração azul da solução" (Grupo A - Aula Experimental I)</i></p> <p><i>"...é visível a mudança de cor da solução, os grãos de prata anteriormente dissolvidos se depositaram sobre o fio..." (grupo A - Aula Experimental I)</i></p>	<p>Mortimer e Miranda (1995): os estudantes tendem a confundir as transformações químicas com mudança de estado físico.</p>

Fig. 4. Alguns dos erros conceituais encontrados nas respostas dos alunos

Como última atividade prática foi solicitado aos alunos a análise de histórias em quadrinhos. Essa atividade foi aplicada com o objetivo de avaliar de forma lúdica os conceitos estudados, exigindo do aluno o uso de argumentos teóricos na elaboração da explicação. De acordo com Talanquer (2010), o uso de atividades onde o estudante é estimulado a propor uma explicação é um poderoso método para o aprimoramento do conhecimento. A maioria das respostas obtidas apresentou a expressão *reatividade de metais* e foram consideradas explicações satisfatórias e coerentes às situações propostas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades experimentais desenvolvidas permitiram aos alunos identificar evidências, necessárias para o reconhecimento e interpretação das reações, e contribuíram de maneira efetiva para as representações macroscópicas dos fenômenos estudados.

Os experimentos envolvendo multimídia abriram espaço para a discussão sobre as limitações e abrangência dos modelos propostos, influenciaram significativamente nas representações submicroscópicas dos alunos e colaboraram para o conhecimento conceitual das reações redox.

As atividades realizadas contribuíram para o desenvolvimento cognitivo do aluno, uma vez que foram criadas oportunidades para a realização de operações cognitivas de diferentes complexidades (Krauthohl, 2002).

A análise das representações elaboradas pelos estudantes trouxe para o professor um conhecimento mais aprofundado do processo de aprendizagem do aluno e permitiu a identificação de erros conceituais. Essas informações são subsídios importantes para o professor no preparo de suas aulas e em sua atuação na sala de aula.

Apesar do estudo das reações redox ser considerado uma temática difícil de ser trabalhada em sala de aula, os alunos mostraram-se bastante motivados no desenvolvimento das atividades propostas.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardac, D., e Akaygun, S. (2004). Effectiveness of Multimedia-Based Instruction That Emphasizes Molecular Representations on Students' Understanding of Chemical Change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 317-337.
- Carvalho, C. R. (2009). Simulação Computacional: um Instrumento que Influencia e Potencializa Conceitos nas representações Simbólicas no Ensino da Geometria Molecular. *VI Fórum Nacional de Educação*.
- Cullen, D. M. e Pentecost, T. C. (2011). A Model Approach to the Electrochemical Cell: An Inquiry Activity. *Journal of Chemical Education*, 88 (11), 1562-1564.
- De Jong, O. e Treagust, D. F. (2002). The Teaching and Learning of Eletrochemistry. Em J. K. Gilbert, M. Reiner e M. Nakhleh, *Chemical Education: Theory and Praticte in Science Education* (pp. 317 - 337). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- De Jong, O., Acampo, J. e Verdonik, A. (1995). Problems in Teaching the Topic of Redox Reactions: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers. *Journal of Researching Science Teaching*, 32, 1097-1110.
- Francisco Jr., W. E., Ferreira, L. H. e Hartwig, D. R. (2008). Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. *Química Nova na Escola*, 30, 34-41.
- Gilbert, J. K. e Treagust, D. F. (2009). Introduction Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education. Em: J. K. Gilbert e D. F. Treagust, *Multiple Representations in Chemical Education, Models and Modeling in Science Education* (pp. 1 - 8). Netherlands: Springer Science+Business Media BV.
- Greenbowe, T. J. (n.d.). Em: <http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/>  
<http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/redox/home.html>
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20 (2), 53-66.
- Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching - A Changing Response to Changing Demand. *Journal of Chemical Education*, 70, 701 - 705.
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 41 (4), 212-218. Taylor & Francis, Ltd.
- Mortimer, E. F. e Miranda, L. C. (1995). Transformações: Concepções de Estudantes sobre Reações Químicas. *Química Nova na Escola*, 2, 23-26.
- Österlund, L.-L., Berg, A. e Ekborg, M. (2010). Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 182-192.
- Sanger, M. J. e Greenbowe, T. J. (1999). An Analysis of College Chemistry Textbooks As Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry. *Journal Chemical Education*, 853-860.
- Sanger, M. J. e Greenbowe, T. J. (1997). Students' Misconceptions in Electrochemistry Regarding Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge. *Journal Chemical Education*, 74 (7), 819.
- Santos, F. M. e Greca, I. M. (2005). Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4. Em: «<http://www.saum.uvigo.es/reec>» <http://www.saum.uvigo.es/reec>
- Talanquer, V. (2010). Exploring Dominant Types of Explanations Built by General Chemistry Students. *International Journal of Science Education*, 32 (18), 2393-2412.
- Tasker, R. e Dalton, R. (2008). Visualizing the Molecular World - Design, Evaluation, and Use of Animation. Em: J. K. Gilbert, M. Reiner e M. Nakhleh, *Visualization: Theory and Practice in Science Education* (Vol. 3, pp. 103-131). Dordrecht: Springer.