

# CONTEÚDOS DE ELETROQUÍMICA E FOCOS DE ENSINO EVIDENCIADOS POR PROFESSORES DE QUÍMICA DO ENSINO MÉDIO

Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Fabio Luiz de Souza, Luciane Hiromi Akahoshi  
*Instituto de Química da Universidade de São Paulo*

**RESUMEN:** Investigamos, neste trabalho, as características do ensino de eletroquímica ministrado por docentes de Química que lecionam em escolas públicas de um estado brasileiro. Fizemos parte desta pesquisa 21 professores. Foram utilizados inventários sobre conceitos/temas e sobre estratégias como instrumentos de coleta de dados. As análises foram feitas a partir dos três níveis de tratamento da Química (fenomenológico, submicroscópico e representacional) e das características de contextualização manifestadas. Os resultados revelaram uma abordagem tradicional, com ênfase na representação, um tratamento conceitual superficial, fraca interrelação entre fenômenos e modelos explicativos, e contextualização social tratada de forma reduzida.

**PALABRAS CLAVE:** ensino de química, eletroquímica, formação de professores.

**OBJETIVOS:** O ensino de eletroquímica tem sido considerado relevante no nível médio, pois pode enfocar assuntos importantes e atuais tais como funcionamento de pilhas e baterias, corrosão de metais, células a combustível, processos industriais envolvendo eletrólise entre outros. Entretanto, são apontadas dificuldades de ensino e aprendizagem de conceitos relacionados a esse conteúdo. Por exemplo, são relatadas dificuldades de os alunos compreenderem conceitos de oxidação, redução, corrente elétrica, condutibilidade elétrica em soluções, representação de reações de óxido-redução e potencial de redução (Garnett & Treagust, 1992a, 1992b; Posada, 1997; Sanger & Greenbowe, 1997a, 1997b). Lima (2004), em um estudo com professores de química, verificou dificuldades destes em relação a conceitos específicos bem como em preparar atividades sobre o tema.

Considerando essa problemática e as tendências atuais do ensino de Química, investigamos como um grupo de professores de Química do ensino médio (10º ao 12ºano) seleciona conteúdos de eletroquímica que pretendem ensinar e quais focos conceituais e de contextualização estão presentes nessas escolhas.

## MARCO TEÓRICO

A Química é reconhecidamente importante para a sociedade. Seu ensino deve contribuir para que os estudantes possam compreender conceitos e aspectos tecnológicos dessa ciência como cultura humana. Assim, vem sendo defendida a ideia da contextualização dos conteúdos químicos visando uma edu-

cação para a cidadania em que se possa julgar e tomar decisão a respeito de temas sociais relacionados a Ciências (Auler, 2003; Santos & Mortimer, 2002).

A contextualização como compreensão da realidade social (Silva & Marcondes, 2010) envolve do ponto de vista da ciência o entendimento de conceitos químicos que possibilita uma leitura informada de uma dada situação problema. Assim, é importante que o professor saiba selecionar temas relevantes e atuais, e que trate os conceitos químicos que podem facilitar o entendimento daqueles.

Um conhecimento químico pode ser tratado em três diferentes níveis: fenomenológico, submicroscópico (modelos explicativos) e representacional (Johnstone, 1993). O tratamento em nível macroscópico permite o reconhecimento de um fenômeno, enquanto que o tratamento em nível submicroscópico possibilita a construção de explicações para o fenômeno e assim fazer previsões e generalizar. O tratamento em nível das representações facilita a comunicação por meio de uma linguagem própria da química.

Assim, os conceitos envolvidos no entendimento de temas como pilhas galvânicas e eletrólise, socialmente importantes e geralmente tratados no ensino médio de maneira pouco problematizadas, requerem abordagem nos três níveis citados.

Algumas das dificuldades de aprendizagem de conceitos como oxidação e redução parecem estar relacionadas ao tratamento dado pelos professores em que é focado majoritariamente os aspectos representacionais. As equações de semi-reação são priorizados em detrimento da apresentação de fenômenos como corrosão, reatividade de metais e de possíveis discussões em nível de modelos explicativos desses processos (Caamaño, 2007).

Um processo de formação continuada que possibilite a reflexão sobre a própria prática e que sejam discutidos aportes da pesquisa em ensino de ciências sobre dificuldades de aprendizagem e concepções dos estudantes pode contribuir para que sejam reconhecidos problemas em seu ensino e promovidas novas práticas.

## METODOLOGIA

Fizeram parte desta pesquisa 21 professores de química da rede pública de ensino do Estado de São Paulo, Brasil. Os professores estavam envolvidos em um processo de formação continuada, oferecida por nosso grupo, cujo tema foi o ensino de eletroquímica, enfocando-se, a partir das práticas dos professores, aspectos conceituais, de aprendizagem e estratégias de ensino.

Os professores assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, autorizando a utilização dos dados coletados para este trabalho.

No início do processo formativo, os professores manifestaram suas razões para ensinar eletroquímica no Ensino Médio por meio de um questionário de resposta livre. Ao longo do processo, um instrumento foi aplicado para que o professor: i) apresentasse uma seleção de conceitos e temas relacionados ao ensino de eletroquímica; ii) organizasse esses conceitos e temas em ordem de prioridade de ensino; iii) indicasse aqueles que não tratariam tendo em vista o tempo dedicado ao ensino de eletroquímica; iv) apresentasse temas socialmente relevantes que deveriam ser abordados no ensino de eletroquímica. Esse instrumento era composto por questões de respostas abertas (ii, iii, iv) e uma que continha conceitos e temas referentes a eletroquímica para escolha (i). Ainda, foi aplicado um instrumento em que eram apresentadas estratégias de ensino para que o professor apontasse as que utilizava e o assunto tratado em seu ensino de eletroquímica.

As análises foram feitas considerando os três níveis de tratamento da química, a presença de temas contextualizados e as ênfases metodológicas empregadas. Procurou-se estabelecer relações entre os motivos para ensinar eletroquímica, as estratégias e os conteúdos selecionados e priorizados por cada professor.

## RESULTADOS

Cerca de um terço dos professores justifica o ensino de eletroquímica pela obrigatoriedade curricular e por ser tema presente nos exames de acesso ao Ensino Superior. Embora a maioria (76%) tenha apontado a relação desse tema com aplicações na vida diária e na indústria como principal razão de seu ensino, o que sugeriria um ensino contextualizado, a escolha dos assuntos priorizou um tratamento conceitual. Dentre os diversos assuntos tratados em eletroquímica, as escolhas dos professores recaíram principalmente em conteúdos conceituais (figura 1).

As escolhas de 90% dos professores recaíram, principalmente, sobre conteúdos de natureza representacional e microscópica (Johnstone, 1993). Em relação ao nível fenomenológico, o grupo indicou apenas corrosão e pilhas. Embora poucos professores tenham justificado o ensino de eletroquímica pela sua presença no currículo do estado e nos exames vestibulares, nota-se a influência destes na escolhas de conteúdos, pois de maneira geral os professores pouco valorizaram temas como pilha de concentração, equação de Nernst, leis de Faraday, pouco presentes em tais exames, no currículo e em livros didáticos de ensino médio. A eletroquímica faz parte dos temas mais citados nos exames, no que concerne aos conceitos mais básicos como oxidação, redução, corrosão e pilhas (Dias, s/d).

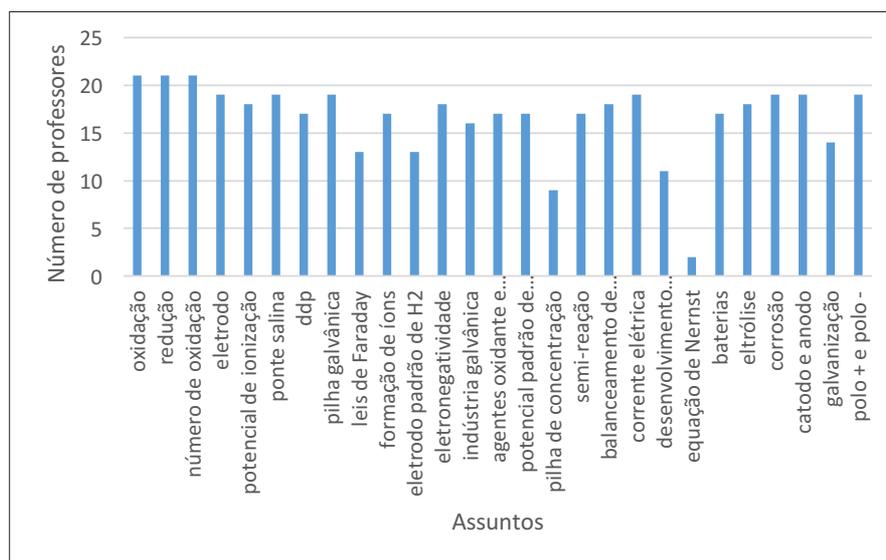


Fig. 1. Temas e conteúdos escolhidos pelos professores.

Os professores selecionaram e hierarquizaram os conceitos considerados imprescindíveis para o ensino tendo em vista o número de aulas dedicado ao ensino dos conteúdos referentes a eletroquímica. Também, apontaram aqueles conteúdos que deixariam de ensinar em função de sua realidade escolar. A figura 2 apresenta os conteúdos que os professores priorizaram e os que omitiram.

As escolhas dos professores recaíram em conceitos considerados essenciais (oxidação, redução e número de oxidação) provavelmente utilizados para abordar a pilha galvânica, também apontada por eles. Não valorizaram um tratamento mais conceitual, no nível explicativo submicroscópico, pois não selecionaram conceitos como formação de íons, potencial de ionização e eletronegatividade. Chama a atenção que, embora a pilha galvânica seja um conteúdo que faz parte do ensino desses professores, sua abordagem parece ser superficial, uma vez que não consideram o balanceamento de equação, as semi-reações envolvidas, bem como conceitos relativos a uma abordagem quantitativa (ddp, potencial padrão).

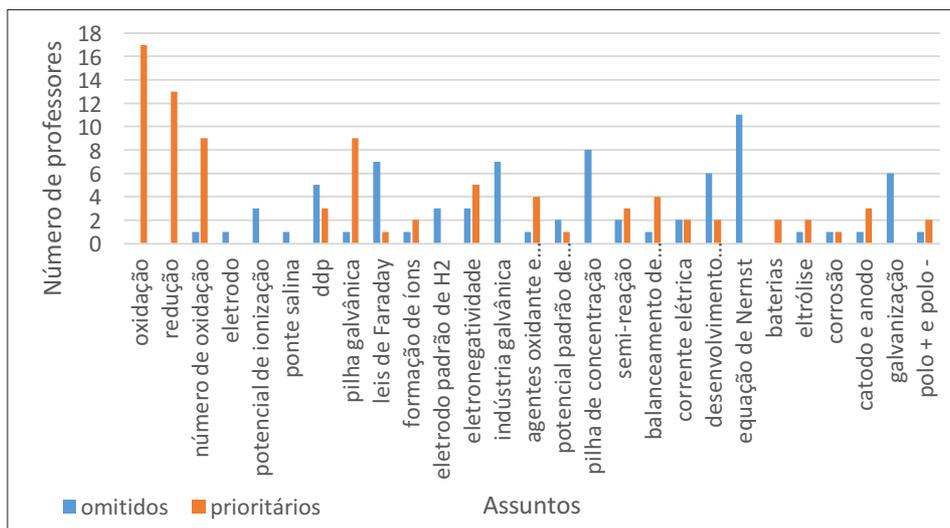


Fig. 2. Temas e conteúdos priorizados e omitidos pelos professores.

O ensino com essas características pode reforçar dificuldades de aprendizagem apontadas em alguns estudos tais como o estabelecimento de interdependência dos processos de oxidação e redução numa transformação química, confusão entre carga iônica e número de oxidação e a necessidade de um padrão para o estabelecimento dos potenciais de semi-reação (Garnett & Tregust, 1992b; Sanger & Greenbowe, 1997a).

Chama a atenção que o cotidiano, apontado como razão para o ensino de eletroquímica, não foi priorizado, pelo contrário, assuntos relacionados à contextualização do conhecimento, como indústria galvânica, corrosão, galvanização, seriam omitidos em função do número de aulas.

Os assuntos relacionados à tecnologia também foram negligenciados. A indústria galvânica, eletrólise e pilha de concentração não foram priorizados no ensino. Dessa forma, não são enfatizadas relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), privando o aluno de um entendimento de seu cotidiano e de perceber as relações mútuas entre a ciência e a tecnologia.

Entre as indicações de temas, que possibilitassem abordagem CTSA, não houve nenhum recorrente. O aspecto mais citado (60% dos professores) foram os impactos ambientais referentes ao descarte de pilhas e baterias. Entretanto, esse tema não fez parte dos conteúdos que consideraram importantes no ensino de eletroquímica.

Pode-se conjecturar, como citam Silva e Macondes (2010), que os professores apresentam discursos favoráveis à contextualização, sem que isto reflita na adoção de práticas de ensino coerentes com tal discurso. A contextualização pode estar sendo entendida como exemplificação de fatos e processos cotidianos e não como a compreensão ou transformação da realidade social.

Ainda, o desenvolvimento histórico das pilhas foi também pouco valorizado pelos professores. A contextualização histórica dos conhecimentos vem sendo considerada importante no ensino de ciências, pois possibilita a construção por parte do aluno de uma visão mais realista e menos ingênua da ciência (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002; Porto, 2010).

Uma análise da coerência das escolhas de conteúdos em função do objetivo do ensino de eletroquímica revelou o seguinte:

1. dos 16 professores que apontaram o cotidiano como objetivo do ensino, 10 selecionaram os conteúdos que possibilitariam essa abordagem, porém, diante do dia a dia escolar, 4 deles deixariam de tratar a galvanização e 2, a indústria galvânica, mostrando uma contradição entre o que pretendem e o que fazem;
2. dos 7 professores que tem como objetivo a preparação para exames e seguir o currículo, 3 selecionaram conteúdos conceituais que fazem parte dos programas de vestibular, avançando para explicações em nível submicroscópico; incluem também o tratamento quantitativo relativo a potenciais, que não está presente no currículo oficial;
3. desses 7, 2 não abordaram assuntos relativos aos potenciais e pouco aprofundam em explicações em nível submicroscópico;
4. desses 7, 2 fizeram escolhas de conteúdos incoerentes, como dar ênfase a potenciais padrão de redução e ddp sem abordar semi-reação e eletrodo padrão, sugerindo um tratamento algorítmico desses valores.

Quanto a aspectos metodológicos, as estratégias de ensino utilizadas apontaram para ensino tradicional, com participação do aluno limitada à resolução de exercícios e à consulta a livros didáticos. Estratégias como jogos, seminários e simulações não são utilizadas pelos professores.

## CONCLUSÕES

Este trabalho mostra que a eletroquímica é ensinada sem levar em consideração o interrelacionamento dos três níveis de tratamento da química: o fenomenológico, os modelos explicativos, que possibilitam a compreensão dos fenômenos e a previsão de outros, e a representação, relacionada tanto aos fenômenos quanto aos modelos, que facilita o domínio da linguagem química. Apesar de o ensino atual apontar a necessidade da contextualização histórica e social do conhecimento, o ensino de eletroquímica para esses professores ainda é prioritariamente conceitual, embora tenham justificado o ensino pela possibilidade de compreensão de fatos e fenômenos que fazem parte da vida cotidiana.

Assim, o ensino, desse modo, pouco contribui para os alunos alcançarem níveis mais elaborados de alfabetização científica, isto é, que envolvem não só a compreensão conceitual, mas sua relação com aspectos tecnológicos, sociais, ambientais, econômicos, dentre outros, possibilitando a tomada de decisões por parte do aprendiz e dando oportunidades de entender os processos da ciência e seu desenvolvimento histórico (Bybee, Powell, & Trombridge, 2004).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULER, Décio (2003). Alfabetização Científico-Tecnológica: um Novo “Paradigma”? *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 5(1), 69-83.
- BYBEE, Rodger W., POWELL, Janet C., & TROMBRIDGE, Leslie W. (2004). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy* (8<sup>th</sup> ed.). Columbus, OH: Pearson Merrill Prentice Hall.
- CAAMAÑO, Aureli (2007). La enseñanza y el aprendizaje de la química. In M. P. Jiménez Aleixandre (coord.) et al. *Enseñar Ciencias* (pp. 95-118). Barcelona: GRAÓ.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J. Y., & JORGE, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

- DIAS, Diogo Lopes (s/d). Conteúdos de Química para o Enem. *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/conteudos-quimica-para-enem.htm>>. Acesso em 13 de janeiro de 2017.
- GARNETT, Pamela J., & TREAGUST, David F. (1992a). Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry. Electric Circuits and Oxidation-Reduction Equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 121-142.
- (1992b). Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry. Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10), 1079-1099.
- JOHNSTONE, Alex H. (1993). The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-704.
- PORTO, Paulo Alves (2010). História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In W. L. P. dos Santos, & O. A. Maldaner (orgs.). *Ensino de Química em Foco* (pp. 159-180). Ijuí: Editoria Unijuí.
- POSADA, José M. (1997). Conceptions of High School Students Concerning the Internal Structure of Metals and Their Electric Conduction: Structure and Evolution. *Science Education*, 81(4), 445-467.
- SANGER, Michael, & GREENBOWE, Thomas J. (1997a). Common Student Misconceptions in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic and Concentration Cells. *Journal Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.
- (1997b). Students' Misconception in Electrochemistry: Current Flow in Electrolyte Solutions and the Salt Bridge. *Journal of Chemical Education*, 74(7), 819-823.
- SANTOS, Wildson L. P., & MORTIMER, Eduardo F. (2000). Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 133-162.
- SILVA, Erivanildo L., & MARCONDES, Maria Eunice R. (2010). Visões de Contextualização de Professores de Química na Elaboração de seus Próprios Materiais Didáticos. *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(1), 101-118.