

O ensino de reações redox nos principais eventos na área de educação e ensino no Brasil

Luciane F. de Goes¹ (PG), Keysy S. C. Nogueira¹ (PG), Carmen Fernandez^{1,2} (PQ)

**luciane@iq.usp.br*

¹Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo

²Instituto de Química da Universidade de São Paulo

Palavras-Chave: reações de oxirredução, ensino de química, propostas de ensino

RESUMO: Nesta pesquisa analisaram-se os trabalhos relacionados ao ensino de reações redox apresentados nos eventos: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ)/ seção de Ensino de Química; Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Encontro Paulista de Ensino de Química (EPPEQ) e Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), ocorridos entre os anos de 2000 a 2014. Foram encontrados 100 trabalhos relacionados a processos redox. Os trabalhos foram investigados pelos aspectos: conceitos químicos; ano de publicação; público alvo; estratégia de ensino; e localização da instituição de ensino. A análise dos dados revelou um número significativo de propostas de ensino sobre reações redox nesses últimos quatorze anos, com a concentração das propostas de ensino principalmente na região sudeste e nordeste do Brasil. A maioria dos trabalhos analisados propõe principalmente a experimentação como estratégia didática para o ensino de reações redox.

INTRODUÇÃO

Diversos estudos sinalizam que o ensino de reações redox é difícil de ser compreendido por estudantes, muitas vezes devido ao uso de vocabulário inadequado do professor e que não favorece a aprendizagem; pela presença de erros conceituais durante a explicação; pela ênfase na explicação quantitativa; e até mesmo pela adoção de linguagem inexpressiva em livros didáticos (BARKE, HAZARI, YITBAREK, 2009; SANGER, GREENBOWE, 1999; SLVERSTEIN, 2011). Para De Jong e Treagust (2002), as principais dificuldades dos alunos em aprender os conceitos que envolvem as reações redox, estariam associadas à dificuldade em identificar a espécie química que sofreu a oxidação e/ou redução; na incompreensão sobre a definição e os valores do potencial padrão de redução; e em aplicar a equação de Nernst.

Segundo alguns estudos, as barreiras para a aprendizagem desse conteúdo estariam fundamentadas na dificuldade do discente em entender o significado do sinal negativo e positivo, adotados na identificação de quem perdeu ou ganhou elétrons, o que acarreta uma sinalização errônea na qual a espécie que oxida fica com carga negativa e a que reduziu fica com carga positiva (GARNETT, TREAGUST, 1992). As dificuldades dos alunos sobre reações redox são as mesmas que permeiam o universo de obstáculos dos docentes, tanto no processo de aprender quanto de ensinar (DE JONG, ACAMPO, VERDONK, 1995). Essa dificuldade leva alguns professores a considerarem difícil a elaboração do plano de aula sobre esse conteúdo (AHTEE, ASUNTA, PALM, 2002). Em consonância, Sanjuan e colaboradores (2009) argumentam que muitos professores, por terem dificuldades com o assunto, deixam

este conteúdo para o final do ano letivo, esperando não ter tempo hábil para trabalhá-lo.

A partir das dificuldades relatadas na literatura para o estudo e ensino de reações redox, consideramos pertinente mapear e analisar as principais produções nacionais apresentadas em eventos científicos, que propõem como objeto de investigação o conteúdo de reações redox. Para tanto, nossos dados serão constituídos pelos anais do Encontro Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), do Encontro Paulista de Ensino de Química (EPPEQ) e do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), referentes ao período de 2000 a 2014.

BREVE HISTÓRICO DOS EVENTOS

A RASBQ é um evento promovido pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e acontece anualmente desde 1978. Ela é considerada o maior evento de química da América Latina e conta, em média, com 2500 pesquisadores e a apresentação de 2200 trabalhos, distribuídos pelas divisões científicas. Em sua edição de 2014, contou com a apresentação de 1767 trabalhos, sendo 161 da divisão de ensino de química. A história de vida do ENPEC é mais recente, sua primeira edição ocorreu em 1997, com a participação de 135 afiliados e a apresentação de 128 trabalhos. Suas edições são bienais e abertas a pesquisadores não restritos a química, mas abrange a biologia, a física, a matemática, a geociências, entre outras. Em seu penúltimo encontro, no ano de 2013, ocorreram 171 apresentações orais, com um total de 1307 participantes (329 professores de ensino superior e pesquisadores, 544 pós-graduandos e 146 graduandos). Com pouco mais de uma década, o EPPEQ foi idealizado por um grupo de professores de instituições públicas de ensino superior do estado de São Paulo, que constituíam uma equipe de trabalho criada em 1998, o “Química Integradas”. Em sua primeira versão, este encontro contou com a participação de 110 inscritos e a apresentação de 64 trabalhos. O ENEQ é um evento bienal, da Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química, que acontece desde 1982, no entanto, até 1992 ocorreu em conjunto com as reuniões anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - SBPC (NETTO, 2006). Em sua última edição, 2014, o ENEQ contou com 1069 trabalhos aprovados, um número recorde para este evento científico.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa do tipo estado da arte. Este tipo de pesquisa tem como característica principal a catalogação de trabalhos ao longo de um período sobre um determinado tema de estudo, o que permite ao pesquisador analisar como os temas são abordados na pesquisa, os principais referenciais teóricos adotados, as tendências metodológicas, entre outros (ANDRÉ et al, 1999; FERREIRA, 2002; FERNANDEZ, GOES, 2014; ROMANOWSKI, ENS, 2006). A coleta de dados iniciou-se com a pesquisa por trabalhos que propuseram a temática redox, tanto nas sessões do ensino de química quanto nas demais sessões de ensino, presentes nos anais dos eventos científicos (RASBQ, ENPEC, ENEQ E EPPEQ) realizados no período de 2000 a 2014, disponibilizados em sites e/ou CD-ROM. Vale salientar que não foi possível o acesso aos anais do X e XI ENEQ (2000 e 2002). A seleção dos trabalhos ocorreu pela utilização das palavras-chave: reação redox; oxidação; redução; antioxidantes; radicais livres e eletroquímica, nos campos: títulos; palavras-chave; e resumos. Posteriormente, foram realizadas as análises das

pesquisas selecionadas, lendo cada trabalho na íntegra com o objetivo de identificar alguns dos descritores definidos para essa pesquisa, que serão detalhados ao longo do texto. Segundo a literatura os descritores são utilizados para indicar os aspectos analisados nas pesquisas investigadas, que facilitam a análise dos dados e a classificação dos resumos (MEGID NETO 1999; ROMANOWSKI, 2002). Para Megid Neto (1999) os descritores permitem “a análise de tendências das pesquisas e retenção de informações importantes [...]” (p. 37).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a análise dos anais, foram catalogados 100 trabalhos, sendo que 37 correspondiam à RASBQ, 9 ao ENPEC, 12 ao EPPEQ e 42 ao ENEQ. Na tabela 1 apresenta-se a distribuição dos trabalhos por evento ao longo dos anos pesquisados. É importante ressaltar que, como no ano de 2006 o III EPPEQ ocorreu simultaneamente com o XIII ENEQ, os trabalhos foram contabilizados apenas uma vez.

Tabela 1: Distribuição dos trabalhos por evento no período de 2000 a 2014

Ano	RASBQ	ENPEC	EPPEQ	ENEQ	Total
2000	1	-	-	-	1
2001	2	0	-	-	2
2002	3	-	-	-	3
2003	2	0	-	-	2
2004	6	-	1	1	8
2005	2	2	4	-	8
2006	1	-	-	4	5
2007	0	0	1	-	1
2008	4	-	-	3	7
2009	2	3	0	-	5
2010	1	-	-	5	6
2011	4	2	2	-	8
2012	1	-	-	8	9
2013	1	2	0	-	3
2014	7	-	-	25	32

Ao verificar a quantidade de trabalhos totais inscritos nos eventos tem-se: 2478 trabalhos na divisão de ensino da RASBQ; 5154 no ENPEC; 3811 no ENEQ; e 544 no EPPEQ, o que significa que apenas 1,5%; 0,2%; 1,1%; e 2,2% dos trabalhos inscritos nos eventos, respectivamente, correspondem a pesquisas que tiveram como objeto de estudo o conteúdo de reações redox.

De acordo com a tabela 1, pode-se verificar que ao longo dos anos de 2000 a 2014, o número de trabalhos submetidos nos encontros tendo reações redox como eixo norteador, oscilou significativamente, tendo seus menores valores em 2000, talvez reflexo da inexistência do ENPEC, EPPEQ e ENEQ, e em 2007 marcado pela inexistência de resumos na RASBQ e no ENPEC que contemplassem essa temática. Por outro lado, a maior expressividade ocorreu no ano de 2014 devido a submissão de 7 resumos na RASBQ e de 25 pesquisas ao ENEQ, o que representou 2,5% do total de trabalhos desse ano nesse evento.

Na figura 1, os trabalhos apresentados nos eventos investigados, foram distribuídos de acordo com a localização regional de seus autores. Três universidades internacionais, Universidade Iberoamericana do México, Universidade Nacional

Autônoma do México e Universidade Manuela Beltrán da Colômbia contribuíram cada uma com um trabalho, representando 3% das pesquisas apresentadas entre 2000 a 2014.

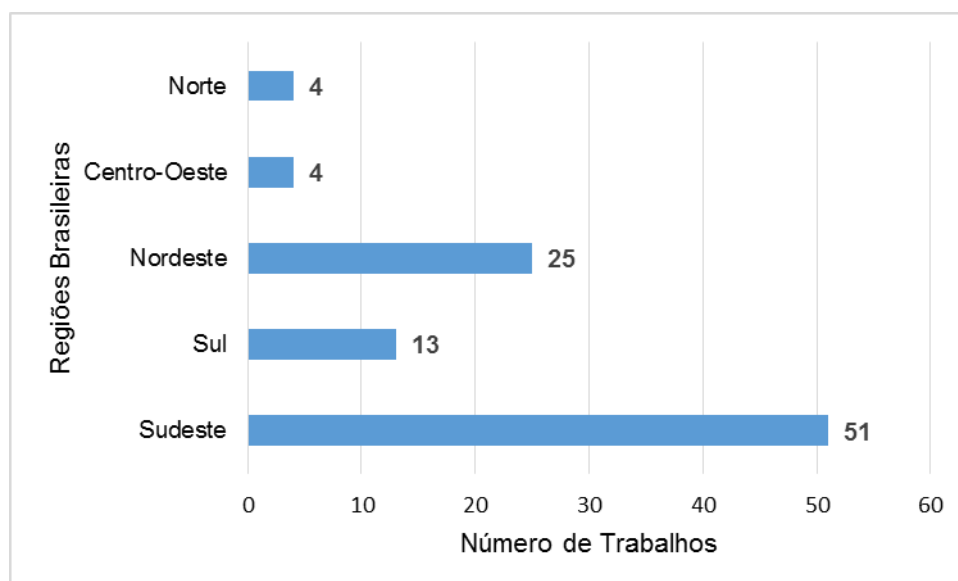


Figura1: Distribuição dos trabalhos apresentados na RASBQ, ENPEC, ENEQ e EPPEQ nos anos de 2000 a 2014 de acordo com a localização regional

Pode-se observar que a região sudeste apresenta o maior número de trabalhos, totalizando 52% das produções. Em seguida, a região nordeste com um percentual de 26%, a região sul representando 13% e, por último, as regiões centro-oeste e norte, que contribuem cada uma com apenas 4%. O ENEQ é um dos poucos eventos que abrange, a cada ano de sua realização, uma região diferente do Brasil, exceto a região norte que, de 2000 a 2014, não foi agraciada nenhuma vez com esse encontro. Em relação às três instituições com maior número de publicações, a primeira é a Universidade de São Paulo (USP) com quinze trabalhos (15%), seguida da Universidade Federal Fluminense (UFF) e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), ambas as instituições com sete trabalhos.

Em relação ao nível de ensino, a sua identificação foi possível devido à presença de elementos ao longo dos resumos, tais como: público-alvo, formação de professor, experimento para nível superior, desenvolvimento de material didático, entre outros, que facilitaram a distribuição em quatro grupos diferentes. Os quatro descritores que representam os níveis de ensino foram: *médio*; *superior*; *médio e superior*; *técnico e não específica*; representados na figura 2.

Como ilustrado na figura 2, o público alvo de 49 trabalhos eram alunos do ensino médio (49%) e de 35 trabalhos eram discentes do ensino superior (35%). Contudo, alguns dos resumos sugeriam que a sua proposta de ensino fosse desenvolvida tanto no nível médio, quanto no superior, o que nos levou a classificá-los na modalidade de ensino médio e superior (2%). Apenas um trabalho analisado (1%) propunha o desenvolvimento de sua atividade a alunos do ensino técnico. Contudo, alguns dos trabalhos catalogados, não apresentavam elementos que pudessemos identificar os seus sujeitos de pesquisas, resultando na distribuição em não especificado, o que representa 13% dos trabalhos.

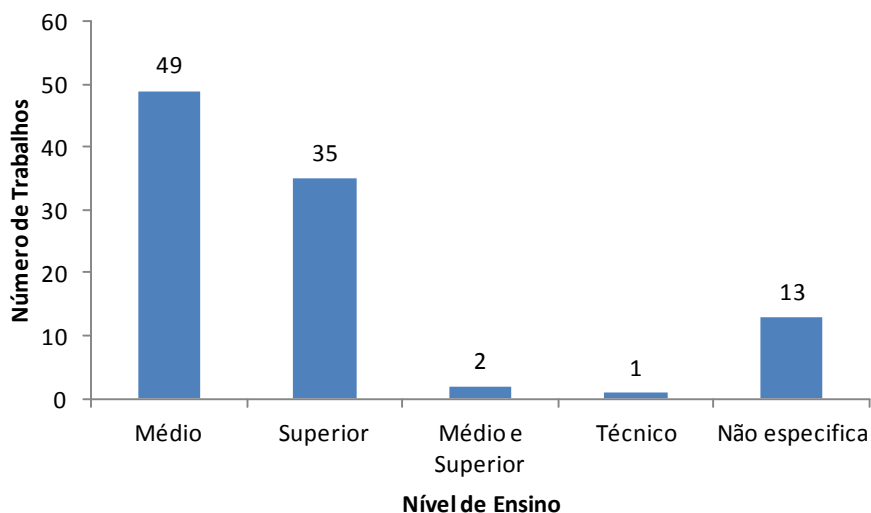


Figura 2: Gráfico sobre o nível de ensino dos trabalhos da RASBQ, ENPEC, ENEQ E EPPEQ, de 2000 a 2014

A análise também permeou a tabulação dos dados segundo as estratégias de ensino. Entretanto, dos 100 resumos catalogados, foram analisados apenas 99, pois em um dos trabalhos não se teve o acesso ao resumo completo, o que impossibilitou a análise de sua estratégia. Sendo assim, os trabalhos foram distribuídos de acordo com a principal estratégia adotada relatada, entre quatorze descritores, como ilustrado na tabela 2. De modo geral, os principais conteúdos químicos que permeavam as propostas de ensino eram: corrosão; reações redox; número de oxidação (NOX); cinética das reações químicas; pilha; eletrólise; e bateria.

Tabela 2: Estratégias de ensino adotadas nos trabalhos da RASBQ, ENPEC, ENEQ e EPPEQ, de 2000 a 2014

Estratégia de Ensino	Total
Experimento	52
Questionário	12
Sequência didática	10
Curso/Minicurso/Oficina	6
Resolução de exercícios	3
Estudo de caso	2
FlexQuest	2
Leitura de texto	2
Mapas conceituais	2
Recursos multimídia (vídeo)	2
Jogos	2
Atividade investigativa	1
Interesse dos alunos	1
Outros	2

A primeira estratégia mais evidente é *Experimento*, no qual mais da metade dos resumos propuseram um experimento como estratégia de ensino para o conteúdo redox. Alguns desses resumos permeavam o experimento por investigação, outros como propostas didáticas experimentais e outros apenas por meio da demonstração. A maioria das temáticas trabalhadas nesses experimentos tinham como tema pilhas,

baterias e corrosão. Além disso, foi constatado que muitos autores tinham por finalidade desenvolver experimentos de baixo custo como discorre Neves e colaboradores (2004, p.1) que argumentam que os objetivos de seu trabalho “[...]incluem a montagem de um gerador de ozônio de baixo custo para uso em laboratório de ensino a partir de componentes simples, e o desenvolvimento de ensaios envolvendo propriedades do ozônio aplicáveis em aulas experimentais”.

A segunda estratégia mais observada foi *Questionário*. Doze trabalhos utilizaram o questionário como estratégia. Um dos trabalhos agrupado neste descritor investigou a concepção de docentes sobre radicais livres e antioxidantes, além disso, envolvia a compreensão de como os docentes estruturam suas práticas de ensino sobre o conteúdo de reações redox. Outro resumo investigou a concepção de alunos do ensino médio sobre a pilha de Daniell, e os aspectos técnicos científicos existentes em suas representações. Sendo que um dos pesquisadores buscou ainda averiguar qual visão epistemológica dos futuros docentes em química, por meio, da construção de modelos explicativos sobre o flogisto. Um dos autores argumentou que para desenvolver seu trabalho que tinha por propósito investigar as concepções alternativas de alunos do ensino médio: “foi elaborado um instrumento (questionário) exploratório contendo seis questões com o intuito de identificar a presença de concepções alternativas sobre eletroquímica” (IGNE et al., 2005, p.1).

A terceira estratégia mais utilizada é a *Sequência didática*, representando 10 trabalhos. Três trabalhos distribuídos nessa categoria abordaram o conteúdo de eletroquímica utilizando como estratégia o desenvolvimento de uma sequência de ensino. Nessa perspectiva, um dos trabalhos propôs a análise e discussão do processo de validação de uma sequência de ensino. Em outro resumo, o pesquisador desenvolveu uma sequência didática a partir da temática maresia, sendo que outro resumo que compõe este descritor, o autor propôs o planejamento e implementação de uma unidade de aprendizagem sobre corrosão e suas reações de oxirredução, tendo como temática a maresia. Outro autor propôs analisar o planejamento de uma sequência de aulas experimentais, mais especificamente, classificar os tipos de tarefas instrucionais previstas nos roteiros de aulas práticas de pilhas eletroquímicas, propostas por três professoras.

A quarta estratégia mais citada é *Curso/Minicurso/Oficina* com seis trabalhos. Os trabalhos contidos nesse descritor apresentam propostas de curso de formação continuada de professores; implementação de minicurso e de oficinas, como por exemplo: “[...] elaboram uma Oficina Temática com o intuito de promover ações voltadas à Educação Ambiental [...]” (BRITO et al., 2012). Um dos trabalhos agrupados nesse descritor propunha a análise de situações concretas de ensino de eletroquímica por docentes de química de nível básico por meio da experimentação e planejamento de sequências didáticas a serem aplicadas pelos professores em contextos reais de sala de aula. Para tanto, o autor desenvolveu seu projeto em um curso de formação continuada para professores, enquanto outro pesquisador buscou analisar se a implementação de um minicurso, estruturado segundo a metodologia de prática investigativa, possibilitaria alcançar uma aprendizagem significativa e uma aproximação dos alunos com a disciplina de química. Este trabalho foi apresentado em dois eventos distintos, o que nos levou a contabilizá-lo duas vezes. Outro trabalho deste descritor investigou as dificuldades de aprendizagem de um grupo de licenciandos em química sobre o tema de eletroquímica, para tanto o autor argumenta que o “[...] trabalho foi desenvolvido no contexto de um minicurso realizado como parte do Programa de Formação Complementar” (FREIRE, SILVA JÚNIOR, SILVA, 2011, p.4). Outro trabalho categorizado neste descritor desenvolve sua pesquisa por meio de uma oficina com

ações voltadas à Educação Ambiental baseada nos três R's, tendo como temática "reciclagem de pilhas e baterias" e envolvendo conceitos básicos de reações redox.

A quinta estratégia mais evidente é *Resolução de exercícios*. Em um dos trabalhos analisados, o autor propôs investigar as dificuldades dos discentes em relação à eletroquímica "mediante aplicação de um teste a um pequeno grupo de alunos [...]" (BARROS, BRAGA, 2001, p.1), constituído por questões de vestibulares de ingresso a uma universidade federal da região. Outro resumo consistiu na ampliação das análises dos dados do primeiro trabalho, pois ambos tinham o mesmo autor principal sendo que, na segunda versão apresentada em um evento diferente, buscou relacionar os erros e ou acertos de seus sujeitos de pesquisa na resolução dos exercícios, com os recursos didáticos utilizados pelos docentes.

Doze trabalhos dividem-se igualmente em seis descritores. No descritor *Estudo de caso*, o autor de um dos resumos catalogados apresenta "[...] os resultados obtidos em uma primeira experiência didática onde se pretende analisar o aprendizado do tema eletroquímica mediado pela metodologia de EC no ensino superior" (CZEKSTER, AGOSTINHO, MAXIMIANO, 2011, p.1). O autor propôs como problema o percalço vivenciado por uma mineradora que precisava mudar seu método de extração de um metal, em decorrência da mudança de sua fonte de matéria prima. Em outro trabalho o pesquisador propôs desenvolver o tema de eletroquímica, de forma investigativa e por problematização, tendo como fundamentação a Aprendizagem Baseada em Casos (ABC) e desenvolvida por meio do sistema informático Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA).

No descritor *FlexQuest*, os dois trabalhos pertencem ao mesmo autor e discorrem sobre os mesmos resultados de pesquisas. Essas pesquisas analisaram como docentes da educação básica estruturaram, para o ensino de eletroquímica, uma FlexQuest, que consiste em uma estratégia baseada na WebQuest conceituada na literatura como "[...] uma atividade orientada para a pesquisa em que alguma, ou toda a informação com que os alunos interagem são recursos provenientes da internet" (HEIDE, STILBORN, 2000, p.154). Contudo, a FlexQuest diferencia-se da WebQuest, por ter como fundamentação teórica a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) e por ter como questão problema "[...] casos existentes na internet e não de explicações e interpretações sobre determinados conteúdos [...]" (ALEIXO, LEÃO, SOUZA, 2008, p.122).

Os dois trabalhos que compõem o descritor *Leitura de textos* apresentam o mesmo título e autor, sendo que em sua primeira versão a pesquisa adotou como estratégia a "[...] aplicação da leitura do artigo: 'A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos' [...]" (TORRALBO, FOLJONI-ALARIO). Em sua segunda versão, os autores estruturam seu texto dando um enfoque maior para a utilização de artigos disponíveis em um periódico científico no ensino e não mais para o conteúdo.

No descritor *Mapas conceituais*, observa-se em um dos resumos a busca do autor em "[...] verificar como os alunos do curso de Licenciatura em Química (...) estabelecem relações entre conceitos, através da construção de mapas, e aplicá-los na avaliação do conhecimento sobre reações de oxidação-redução" (MASSON et al., 2002). Em outro resumo o objeto de investigação estava pautado em conhecer o que os docentes sabiam sobre o uso de mapas conceituais, estabelecendo o conceito de reações redox como conteúdo norteador.

Em relação ao descritor *Recursos multimídia*, uma das pesquisas investigou a adoção de multimídias (vídeos) nas aulas, para ensinar o tema de radicais livres e antioxidantes no ensino médio, enquanto a outra proposta utilizou como estratégia a

produção de “[...]um vídeo no âmbito do projeto “Tecnologias digitais na formação de professores” cuja temática se refere as reações de oxirredução” (AGUIAR, SOBREIRA, SILVA, 2006, p.1). Os vídeos produzidos pelos alunos, de uma licenciatura em química, deveriam tratar sobre o conteúdo redox.

No descritor *Jogo*, em um dos trabalhos o autor propõe o jogo “Super redox” e considera o jogo didático “Uma possibilidade para buscar uma melhoria no ensino de Eletroquímica [...]” (SILVA, LOPES, 2012). Outro trabalho que compõe este descritor propõe o jogo “Eletroforca” para desenvolver o conteúdo de eletroquímica, discorrendo que o jogo foi proposto principalmente “[...] com o intuito de identificar, aspectos vários acerca das atitudes dos alunos frente aos métodos tradicional e lúdico utilizados nas aulas de química de eletroquímica” (MACIEL, SANTOS, NÓBREGA, 2014, p.5279) O autor discorre que o jogo consistia basicamente em perguntas relacionadas à eletroquímica, nas quais os alunos deveriam responder corretamente, para evitar o enforcamento de um personagem fictício que o compunha e ser o ganhador. Em seu resumo o pesquisador não faz a apresentação dos conceitos que permearam as perguntas realizadas durante o jogo.

Em relação ao descritor *Atividade investigativa*, o trabalho desenvolve uma atividade investigativa sobre reações redox em compostos orgânicos tendo como eixo norteador questões problemas envolvendo o conceito de radicais livres e antioxidantes. Na visão do autor a “[...] utilização de atividades investigativas partindo de problemas se apresenta como uma metodologia bastante adequada para o ensino de química, pois consegue não só aumentar o interesse por parte dos alunos [...]” (PITANGA, OLIVEIRA, 2009, p.1).

O descritor *Interesse dos alunos* apresenta trabalho em que o pesquisador propôs “[...] incorporar os interesses dos alunos no ensino de eletroquímica [...]” (RAMOS et al., 2010). Para o autor os conceitos a serem aprendidos por seus discentes estavam coesos com a proposição do currículo estadual de sua região.

No descritor *Outros* foram agrupados dois trabalhos que, devido a sua especificidade, não permeavam nenhum dos descritores apresentados anteriormente. Em um dos resumos, seu autor propõe um estudo comparativo acerca da prática docente de dois professores sobre o ensino de pilha eletroquímica (BARROSO, KERMEN, 2014). Enquanto que no outro, os pesquisadores utilizaram a estratégia metavisual para ajudar alunos do ensino médio a compreenderem os tamanhos diferentes de átomos e íons em uma reação eletroquímica (LOCATELLI, ARROIO, 2014). Para tanto, os autores propuseram inicialmente que os alunos observassem um experimento e ao termino os alunos, em dupla, deveriam propor uma representação submicroscópica da interação. Posteriormente os pesquisadores forneciam alguns desenhos, para que os alunos comparassem com os seus, e pudessem reconstruir seu desenho e, conseqüentemente, seu entendimento a partir da estratégia metavisual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período de 2000 a 2014, considerando os principais eventos da área de Ensino de Ciências e Ensino de Química, foram encontrados 100 trabalhos que envolvem, de alguma forma, o conteúdo de reações redox. Acreditamos que com essa amostragem, os resumos identificados possibilitaram mapear como são propostos os trabalhos que abordam o conteúdo redox no ensino de química, principalmente suas temáticas e suas estratégias. Além disso, investigaram-se as principais instituições e regiões do país que tem contribuído para o desenvolvimento de pesquisas no ensino sobre reações redox. De acordo com a análise realizada, constatou-se que a região

sudeste apresenta o maior número de trabalhos, sendo a Universidade de São Paulo, a instituição com a maior quantidade de publicações. Observou-se uma atenção considerável por parte dos pesquisadores em relação ao Ensino Médio e Ensino Superior, não sendo catalogado nenhum trabalho desenvolvido com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental II. Nesse sentido, aponta-se a necessidade de se realizar mais pesquisas que abordem o ensino do conteúdo de reações redox nesse nível de ensino. Em relação às estratégias utilizadas para o ensino desse conteúdo, nota-se que grande parte dos trabalhos utiliza o experimento, sendo que os questionários, de forma geral, são a segunda estratégia mais utilizada pelos pesquisadores. Além disso, a utilização de sequências didáticas também corresponde a uma opção bastante utilizada para o ensino de reações redox.

O mapeamento das pesquisas sobre nossa temática suscitou que o conteúdo processos redox tem se tornado tema de estudos desenvolvido principalmente no ensino médio. Tal constatação se contradiz com o fato de a literatura também apontar que as reações redox geralmente não são trabalhadas neste nível de ensino e de que muitos docentes não ministram esse conteúdo em sala de aula, por não terem conhecimento desse conteúdo da eletroquímica. Outro dado importante foi constatar que este conteúdo vem sendo trabalhado também em cursos de nível superior, em licenciaturas, o que demonstra que futuros docentes estão tendo aulas sobre processos redox, por meio da proposição de diferentes estratégias didáticas. Isso nos leva a vislumbrar aquisição de conhecimentos que podem levar ao rompimento da barreira apontada na literatura acerca da aprendizagem e ensino de reações redox.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à FAPESP pelo financiamento deste projeto, processos nº 2013/07937-8 e 2014/14356-4 e à CAPES pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C. A. C.; SOBREIRA, H. A.; SILVA, R. M. G. Projeto Tecnologias digitais na formação de professores apresenta: reações de óxido-redução. Em: XIII Encontro Paulista de Ensino de Química. **Anais...**Campinas: EPPEQ, 2006, p.1.

AHTEE, M. ASUNTA, T., PALM, H. Student Teachers Problems in teaching electrolysis with a key demonstration. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**. v.3, n.3, p. 317-326, 2002.

ALEIXO, A. A.; LEÃO, M. B. C.; SOUZA, F. N. FlexQuest: potencializando a WebQuest no Ensino de Química. **R. Faced**, Salvador, 14, 119-133, 2008.

ANDRE, M. et al. Estado da arte da formação de professores no Brasil. **Educação e Sociedade**, ano XX, n. 68, p.301-399, 1999.

BARKE, H.D., HAZARI, A., YITBAREK, S. **Misconceptions in Chemistry**. Berlim: Springer, 2009.

BARROS, H. L. C; BRAGA, D. M. Dificuldades de aprendizagem de eletroquímica: investigação de três questões de vestibulares da UFMG. Em: 24º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Anais...**Poços de Caldas: RASBQ, 2001, p.1.

BARROSO, M. T.; KERMEN, I. Comparação dos modos de ação de duas professoras em aulas sobre pilhas eletroquímicas. Em: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais...Ouro Preto: ENEQ**, 2014, p. 3784-3792.

BRITO, V. B. et al. Pilhas e baterias como tema para explorar reações de oxirredução e consumo sustentável no Ensino Médio. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química/X Encontro de Educação Química da Bahia. **Anais...Salvador: ENEQ**, 2012, p.1.

CZEKSTER, H. C.; AGOSTINHO, S. M. L.; MAXIMIANO, F.A. Avaliação de um estudo de caso no ensino de eletroquímica. Em: 34º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Atas...Florianópolis: RASBQ**, 2011, p.1.

DE JONG, O.; TREAGUST, D. The teaching and learning of electrochemistry. In: GILBERT, J.K DE JONG, O., JUSTI, R.; TREAGUST, D.F.; van DRIEL, J.H. (Eds.) **Chemical Education: Towards Research-based Practice** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p.317–337, 2002.

DE JONG, O.; ACAMPO, J.; VERDONK, A., Problems in teaching the topic of redox reactions: Actions and conceptions of chemistry teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v.32, n.10, p.1097-1110, 1995.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Revista Educação & Sociedade**, ano XVIII, n. 79, p.257-272, 2002.

FREIRE, M. S.; SILVA JÚNIOR, C. N. S.; SILVA, M. G. L. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. Em: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. **Anais...Campinas: ENPEC**, 2011, p. 1-12.

GARNETT, P. J.; TREAGUST, D. F., Conceptual difficulties experiences by senior high school students of electrochemistry - Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n.10, p.1079-1099, 1992.

FERNANDEZ, C.; GOES, L. F. Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no ensino de ciências e matemática. In: Garritz, A.; Rosales, S.F.D; Lorenzo, M.G. (Org.). **Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamericana**. 1ed.Saarbrücken, Alemanha: Editorial Académica Española, p.65-99, 2014.

HEIDE, ANN; STILBORN, LINDA. **Guia do professor para a internet: completo e fácil**. Tradução de Edson Furmankiewz. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, p.152, 2000.

IGNE, M. C. I. et al. Um instrumento para identificar as concepções alternativas dos estudantes sobre eletroquímica. In: II Encontro Paulista de Ensino de Química. **Anais...Araraquara: EPPEQ**, 2005, p.1.

LOCATELLI, S. W.; ARROIO, A. Estratégia metavisual no auxílio a reconhecer submicroscopicamente diferenças de tamanho (átomo/cátion) numa interação eletroquímica. Em: XVII Encontro Nacional de ensino de química. **Anais...Ouro Preto: ENEQ**, 2014, p. 959.

MACIEL, J. A; SANTOS, A. L.; NÓBREGA, D. S. Eletroforca: A eletroquímica trabalhada em um contexto lúdico. Em: XVII Encontro Nacional de ensino de química. **Anais...Ouro Preto: ENEQ**, 2014, p. 5279.

MASSON, N. C. et al. Avaliação dos conceitos relacionados às reações de oxidação-redução utilizando mapas conceituais. In: 25º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Anais...Poços de Caldas: RASB, 2002, p.1.**

MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Ciências no nível fundamental.** Campinas: Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 365p. (Tese de doutorado), 1999.

NETTO, C. G. ENEQ volta ao campus para marcar seus 25 anos e o Ano 40 da Unicamp. Sala de Imprensa. **Jornal da Unicamp**, 17 a 30 de junho de 2006, p. 11. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju330pg11.pdf> Acesso em: 12 março de 2016.

NEVES, L. C.; SILVA, J. C. G.; VIEIRA, E. A. R. Química do ozônio. Em: 27º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Anais...Salvador: RASBQ, 2004, p. 1.**

PITANGA, A. F.; OLIVEIRA, E. C. Radicais livres e antioxidantes: Atividade investigativa sobre reações de oxirredução em compostos orgânicos. Em: 32º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Anais...Fortaleza: RASBQ, 2009, p.1.**

RAMOS, E. A. et al. Ensinando eletroquímica: o que os alunos querem saber?. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais...Brasília: ENEQ, 2010, p.1.**

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em Educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v.6, n. 19, p. 37-50, 2006.

SANJUAN, M. E. C.; DOS SANTOS, C. V.; MAIA, J. de O.; DA SILVA, A. F. A.; WARTHA, E. J. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, v. 31, n.3, p.190-197, 2009.

SILVERSTEIN, T.P. Oxidation and reduction: too many definitions? **Journal of Chemical Education**, v.88, n. 3, p.279-281, 2011.

SILVA, P. R.; LOPES, J. G. S. Proposta de um jogo pedagógico para o ensino de eletroquímica. In: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química/X Encontro de Educação Química da Bahia. **Anais...Salvador: ENEQ, 2012, p.1.**

SANGER, M. J. & GREENBOWE, T. J. An Analysis of College Chemistry Textbooks As Sources of Misconceptions and Errors in Electrochemistry. **Journal Chemical Education**, v.76, n.6, p.853-860, 1999.

TORRALBO, D.; FOLJONI-ALARIO, A. Contextualização no ensino de química: óxido-redução abordando temas de saúde. In: II Encontro Paulista de Ensino de Química. **Anais... Araraquara: EPPEQ, 2005, p.1.**