

O QUE MOSTRAM OS ESTUDOS SOBRE OS CONTEÚDOS PRESENTES NOS LIVROS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE PILHAS?

WHAT DO STUDIES SHOW ABOUT THE CONTENTS PRESENT IN TEXTBOOKS FOR TEACHING ELECTROCHEMICAL CELLS?

¿QUÉ MUESTRAN LOS ESTUDIOS SOBRE LOS CONTENIDOS PRESENTES EN LOS LIBROS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE PILAS GALVÁNICAS?

Carlos Alberto Pereira Domingues*  

Elaine Pavini Cintra**  

RESUMO

Os livros didáticos estão presentes em uma significativa proporção de escolas, fazem parte do cotidiano escolar e muitas vezes é o único material didático utilizado para o ensino. Assim, são necessários constantes acompanhamentos dos conteúdos e das abordagens neles apresentados, principalmente sobre temáticas que envolvem conceitos mais abstratos. Neste manuscrito são apresentados os resultados de uma pesquisa bibliográfica cujo objetivo foi analisar trabalhos publicados na literatura que investigaram como a temática das pilhas galvânicas são abordadas nos livros didáticos. O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados Google Acadêmico, Scielo e Portal Capes. Após aplicados critérios de seleção e exclusão, foram eleitas doze publicações que constituíram o corpus desta pesquisa. As discussões foram pautadas em quatro categorias de análise, a saber: Abordagem Experimental, Enfoque CTSA/Ambiental, Imagens e Representações e Enfoque Teórico e Conceitual. Os resultados indicam que aspectos importantes, envolvendo conceitos de eletroquímica, vêm merecendo a atenção de estudiosos, garantindo avanços na qualidade do conteúdo disponibilizados nos livros. Apontam também obstáculos que ainda precisam ser superados, como as abordagens conceituais equivocadas, o uso recorrente de imagens com função meramente ilustrativa e, a ocorrência de propostas experimentais ainda com caráter procedimental.

Palavras-chave: Eletroquímica. Pilhas. Livro didático. PNLD.

ABSTRACT

Textbooks are part of school life, and they are often the only didactic material used for teaching. Thus, constant monitoring of the contents and approaches presented in them is necessary, mainly on themes that involve more abstract concepts. This manuscript presents the results of bibliographical research that aimed to analyze works published in the literature that investigated how electrochemical cells are developed in textbooks. The bibliographic survey was carried out in Google Academic, Scielo, and

* Especialista em Ensino de Química pela UFABC – Diadema, São Paulo, Brasil. Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química e Matemática (EnCIMA) no Instituto Federal de São Paulo (IFSP-SP) – São Paulo, São Paulo, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Carlos Weber, 601, apartamento 92 – torre C, Vila Leopoldina, São Paulo, São Paulo, Brasil, CEP: 05303-000. E-mail: carlos6hm@yahoo.com.br

** Doutora em Físico-Química pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo – IQ-USP – São Paulo, São Paulo, Brasil. Docente e orientadora no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química e Matemática (EnCIMA) do Instituto Federal de São Paulo (IFSP-SP) – São Paulo, São Paulo, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Pedro Vicente, 625, Canindé, São Paulo, CEP: 01109-010, São Paulo, Brasil. E-mail: elainecintra@ifsp.edu.br

Portal Capes databases. After applying selection and exclusion criteria, twelve publications were elected that constituted the corpus of this research. Discussions were based on four categories of analysis: Experimental Approach, STSE/Environmental Approach, Images and Representations, and Theoretical and Conceptual Approach. The results indicate that important aspects of teaching concepts of electrochemistry are deserving the attention of researchers, resulting in improved quality of content available in books. They also indicate obstacles that still need to be overcome, such as mistaken conceptual approaches, as in the concept of electrode potential, movement of ions and electrons in electrochemical cells; recurrent use of images for illustrative purposes only; and the occurrence of experimental proposals still with a procedural character in the analyzed books.

Keywords: Electrochemistry. Electrochemical cells. Textbook. PNLD.

RESUMEN

Los libros didáticos están presentes en una proporción importante de las escuelas, forman parte de la vida escolar cotidiana y, al fin y al cabo, son el único material didáctico utilizado para la enseñanza. Por lo tanto, es necesario un seguimiento constante de los contenidos y enfoques que allí se presentan, principalmente en temas que involucran conceptos más abstractos. Este manuscrito presenta los resultados de una investigación bibliográfica que tuvo como objetivo analizar trabajos publicados en la literatura que investigaron las pilas galvânicas en los libros de texto. El levantamiento bibliográfico se realizó en las bases de datos Google Scholar, Scielo y Portal Capes. En lugar de aplicar criterios de selección y exclusión, se eligieron doce publicaciones que constituyeron el corpus de esta investigación. Las discusiones se basaron en cuatro categorías de análisis: Enfoque Experimental, CTSA/Enfoque Ambiental, Imágenes y Representaciones y Enfoque Teórico y Conceptual. Los resultados indican que aspectos importantes que involucran conceptos de electroquímica han merecido la atención de los estudiosos, garantizando avances en la calidad del contenido disponible en los libros. También hay obstáculos que aún deben superarse, como los enfoques conceptuales erróneos; uso recurrente de imágenes con función meramente ilustrativa; y la ocurrencia de propuestas experimentales de carácter procedimental.

Palabras clave: Electroquímica. Pilas Galvânicas. Libros Didácticos. PNLD.

1 INTRODUÇÃO

Entre os diversos tipos de materiais, o livro didático assume posição de destaque. Isso porque é o principal – por vezes o único – instrumento de apoio ao professor (FRISON et al, 2009); (CORRÊA, 2000); (ZAMBON, 2012). O caráter exclusivo do livro didático pode ser explicado por fatores históricos, sociais e econômicos. O reconhecimento das adversidades e do caráter (quase) exclusivo do livro didático como recurso de ensino é apontado pelo próprio Ministério da Educação:

O ambiente da sala de aula, o número excessivo de alunos por turma, a quantidade de classes assumidas pelos professores e os controles administrativos assumidos no espaço escolar contribuem para a escolha de práticas educacionais que se adaptem à diversidade de situações enfrentadas pelos docentes. Geralmente, isso significa a adoção ou aceitação de um livro, um manual ou uma apostila, como únicos materiais didáticos utilizados para o ensino. (BRASIL, 1998, p.79).

O protagonismo do livro didático, na prática docente e no direcionamento do estudo dos alunos, deve ser acompanhado e é altamente desejável que estudos sejam realizados com vistas a monitorar a qualidade dos conteúdos propostos. Historicamente, alguns conceitos associados às Ciências da Natureza, são conhecidos por representarem dificuldades para o professor que os ensina, para os alunos que necessitam compreendê-los e para a elaboração de instrumentos avaliativos para avaliá-los (DE JONG; TREAGUST, 2002), (GOMES; SOUZA, 2023), (SILVA; CINTRA, 2013). Nesses casos, a abordagem proposta para esses conceitos nos livros didáticos deve ser acompanhada de forma ainda mais criteriosa, visando minimizar a propagação de conteúdos que podem reforçar concepções errôneas e equivocadas sobre esses conceitos. O livro didático deve ser objeto de estudos na busca de aprimorar cada vez mais o conteúdo nele disponibilizado. Essa preocupação torna-se ainda maior quando o sistema educacional se encontra em processo de mudanças. A implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) impôs a necessidade de profundas reflexões nos Currículos, nos materiais didáticos e nas práticas pedagógicas desenvolvidas em todo o território nacional. Nesse trabalho é proposto o estudo das publicações científicas que investigaram as abordagens presentes nos livros didáticos sobre a temática pilha. Nos trabalhos selecionados, investigaram-se como os conhecimentos relativos às pilhas vêm sendo desenvolvido nos livros didáticos e quais desafios ainda persistem para chegarmos a um material didático de excelência e qualidade.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Atribui-se a denominação “material didático” para todo e qualquer material elaborado com a intenção didática, sendo, portanto, um recurso de apoio à ação pedagógica. Trata-se de um instrumento que viabiliza a mediação do processo de ensino-aprendizagem, uma vez que permite ao professor criar situações de ensino. Segundo Bandeira (2009) é um “material instrucional que se elabora com finalidade didática” (2009, p. 14). Em consonância, Mello (2010) define “são todos os materiais, recursos ou meios que o professor utiliza com o fim precípua de ensinar um determinado conteúdo de certa disciplina escolar”. (MELLO, 2010, p. 30).

Além de um recurso da práxis docente, Choppin (2004) reconhece quatro outras funções do livro didático: a) Referencial, atuando como detentor dos conhecimentos programáticos; b) Instrumental, direcionando a metodologia de aprendizagem ao estabelecer uma sequência de trabalho; c) Ideológica e Cultural, ao difundir a cultura, a língua e os valores sociais, assume

conotação política; d) Documental, possibilita o desenvolvimento crítico do discente, pela observação documental (textual e icônica) não dirigida.

Por entender a importância e reconhecer a necessidade dos livros didáticos para a educação, o decreto 91.542 de agosto de 1985, instituiu o Programa Nacional do Livro Didático – PNLD. Tem a finalidade de qualificar e disponibilizar livros didáticos de forma “sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital”. Também são contemplados, neste programa, as “instituições de educação infantil comunitárias, confessionais ou filantrópicas, sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público”. (BRASIL, 2018b, p.7)

Pode-se afirmar que o PNLD assume posição de destaque no cenário educacional, dada sua amplitude. Esse protagonismo pode ser justificado em razão de algumas características, tais como: o papel do professor na escolha do livro; as especificações técnicas para a produção, garantindo maior durabilidade; extensão da oferta a alunos da rede pública e comunitária; atuação financeira do governo federal. Diante dos resultados, é legítimo apontar que o PNLD se consolidou como uma política de Estado, garantindo a presença de livros didáticos no cotidiano escolar no país inteiro. (ZAMBON; TERRAZZAN, 2013).

Com o decreto nº 9.099 de 18/07/2017, o Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE) foi unificado ao PNLD, sendo renomeado a Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Com isso o programa se tornou mais abrangente, permitindo a inclusão de novos materiais didáticos, tais como: softwares, jogos educacionais, materiais de formação, de gestão e de reforço, obras pedagógicas, entre outras.

O edital do PNLD 2019 foi profundamente influenciado pela BNCC. A principal influência foi a orientação para a elaboração de obras por áreas do conhecimento, diferindo da abordagem por componentes curriculares, sugerida nos editais anteriores (BRASIL, 2018a). Essa mudança impôs a necessidade de se pensar o livro didático do ponto de vista das Ciências da Natureza, assegurando que conhecimentos de Química, Física e Biologia, estejam presentes no desenvolvimento dos temas contemporâneos transversais que dão título à cada um dos seis volumes que compõem as obras de Ciências da Natureza. (BRASIL, 2018). Essas mudanças despertam preocupações com relação à forma como conceitos tradicionalmente desenvolvidos pelos componentes curriculares serão abordados nas edições do PNLD orientadas pela BNCC.

Dentre esses conceitos, aqueles que envolvem abordagens com uma maior carga abstrata normalmente são objeto de estudos, com vistas a melhorar os processos de ensino e aprendizagem. Um exemplo clássico são as dificuldades enfrentadas na compreensão de

conceitos envolvendo eletroquímica (SILVA; CINTRA, 2013). Como se trata de uma temática cujo estudo demanda conhecimentos prévios diversos (representação de íons, conhecimento e determinação de estados de oxidação, representações de equações químicas etc.), mais a apropriação de conceitos (nem sempre fáceis de serem compreendidos, como agentes redutor e oxidante, movimentação de íons e elétrons em uma célula eletroquímica, potencial de redução, função da ponte salina, entre outros), são diversos os estudos que visam minimizar as dificuldades inerentes à compreensão desses conceitos.

A literatura aponta várias situações que exigem atenção daqueles que ensinam ou elaboram recursos para o ensino de eletroquímica e pilhas. Dentre esses estudos pode-se destacar (i) o uso de terminologia inapropriada adotada pelos docentes (DE JONG; ACAMPO; VERDONK, 1995), para citar um exemplo, em reações do tipo redox, o professor aponta um metal oxidante, porém, não estabelece distinção, se é a espécie metálica ou iônica; (ii) a imprecisão na linguagem nas representações adotadas pelos livros didáticos (SANGER; GREENBOWE, 1997), (ÖSTERLUND; BERG; EKBORG, 2010); (iii) o estabelecimento de relações entre os conceitos de eletricidade, abordados na Química e na Física. Caramel e Pacca (2011) apontam que os discentes apresentam dificuldades em associar a produção e fluxo de corrente elétrica, abordadas nos diferentes componentes curriculares, gerando interpretações errôneas ou alternativas sobre esses conceitos. Finalmente, (iv) a complexidade dos conceitos eletroquímicos, associada à abordagem micro e macroscópica do fenômeno envolvido (BRADLEY; OGUDE, 1996), (NIAZ; CHACÓN, 2003). Esses exemplos apresentam elementos para que o leitor perceba o cuidado e atenção que devem ser dedicados ao ensino da eletroquímica, buscando superar esses obstáculos.

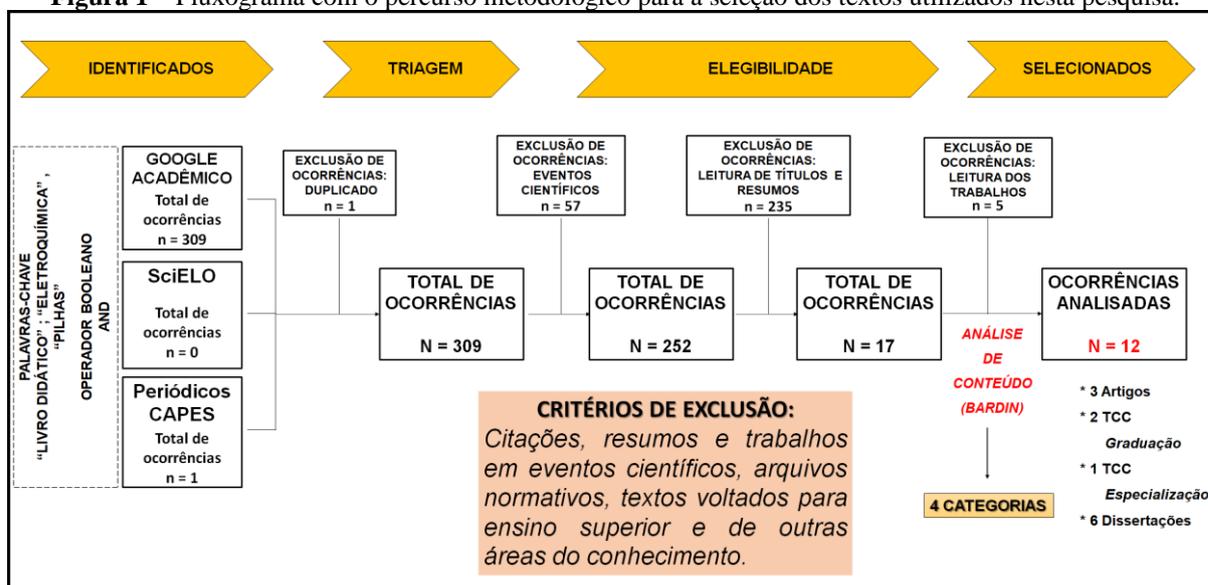
Este manuscrito apresenta os resultados de uma pesquisa em publicações científicas que investigaram a pertinência e qualidade das abordagens envolvendo o conceito de pilhas nos livros didáticos. A partir dos trabalhos selecionados nesse levantamento, buscou-se responder às seguintes perguntas: quais as estratégias os livros didáticos utilizam na abordagem dos conceitos relativos às pilhas? Quais limitações e desafios ainda precisam ser superados para que se tenham livros didáticos apropriados ao ensino dessa temática? A busca de respostas a esses questionamentos foi encaminhada a partir de análises das obras a partir de quatro categorias criadas a *posteriori*.

3 METODOLOGIA

Nesta pesquisa bibliográfica buscou-se identificar como os conceitos de eletroquímica, com atenção especial às pilhas, vêm sendo desenvolvidos nos livros didáticos. As bases de dados consultadas foram: Google Acadêmico, SciELO e Portal de Periódicos Capes. Apesar desta pesquisa se interessar pelos livros aprovados nos editais do PNLD, entende-se que o uso desse descritor poderia limitar os resultados, uma vez que a utilização dessa palavra-chave dificulta a obtenção de resultados com as variações dessa sigla, como PNLEM ou livro didático. Assim, para garantir maior abrangência de resultados, optou-se pelas palavras “LIVRO DIDÁTICO”, “ELETROQUÍMICA” e “PILHAS” com o operador booleano “AND”. A busca nas referidas plataformas foi realizada em março de 2022. Na Figura 1 é apresentado, de forma sistematizada, a metodologia e os critérios de inclusão e exclusão adotados.

No processo de elegibilidade, foram excluídos textos com os seguintes perfis: resumos e trabalhos publicados em anais de eventos científicos, arquivos normativos, textos cujos conteúdos de análise estavam voltados para ensino superior e/ou de outras áreas do conhecimento. Foram considerados apenas artigos publicados em revistas científicas, trabalhos de conclusão de curso, dissertações ou teses que apresentaram como objeto de estudos abordagens de eletroquímica, com ênfase em conceitos relacionados às pilhas, em livros didáticos direcionados ao ensino médio. Não foi estabelecido nenhum recorte temporal.

Figura 1 – Fluxograma com o percurso metodológico para a seleção dos textos utilizados nesta pesquisa.



Fonte: elaborado pelos autores.

Para a escolha dos trabalhos potencialmente promissores, foi efetuada a leitura dos títulos de todas as ocorrências e, quando alinhado aos objetivos dessa pesquisa, os resumos também foram analisados. Após essa triagem, foram selecionados 17 textos e, posteriormente, à leitura completa de todos, 5 ocorrências foram descartadas por não abordarem o tema Eletroquímica, apesar de envolverem estudos com livros didáticos da área de química para o ensino médio. Nesse manuscrito são examinados 12 trabalhos: 3 artigos, 3 trabalhos de conclusão de curso (2 de graduação e 1 de especialização) e 6 dissertações. Esses trabalhos foram analisados conforme o referencial teórico para a análise de conteúdo Bardin (2011). Uma vez selecionados os documentos que constituíram o *corpus* da análise, foram realizadas leituras, visando identificar as estratégias, os contextos e as abordagens consideradas relevantes para o estudo dos conceitos eletroquímicos relacionados às pilhas. Esse estudo preliminar proporcionou a identificação de quatro categorias de análise do material, a saber: Abordagem Experimental, Enfoque CTSA/Ambiental, Imagens e Representações e Enfoque Teórico e Conceitual.

4 ANÁLISE E RESULTADOS

A partir da leitura completa dos 12 trabalhos selecionados foram identificadas as abordagens consideradas relevantes para o estudo das pilhas, elencadas em categorias apresentadas no Quadro 1. Na categoria Abordagem Experimental são discutidos os aspectos relacionados ao desenvolvimento das atividades experimentais, considerando, por exemplo, o uso de materiais de fácil acesso, os vieses investigativos, empirista-indutivista ou demonstrativo e o papel da participação do estudante na atividade experimental. A categoria Enfoque CTSA/Ambiental traz os estudos voltados à importância da discussão dos aspectos sociais, econômicos e ambientais relacionados ao uso e produção de bens/produtos por meio de processos eletroquímicos, incluindo as pilhas. Na Categoria Imagens e Representações são investigadas as relações dos recursos imagéticos com os conceitos de pilhas, sob diferentes olhares. Na categoria Enfoque Teórico/Conceitual são discutidos aspectos conceituais relevantes para o ensino da eletroquímica/pilhas.

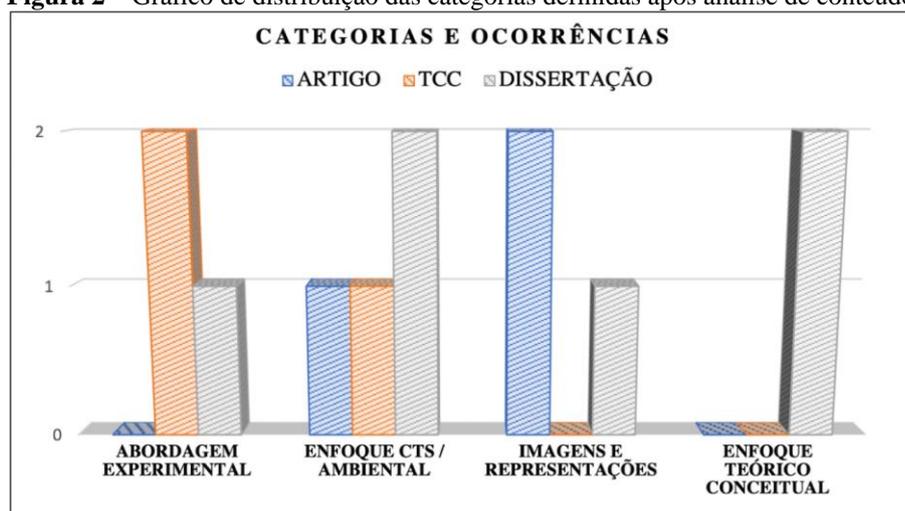
Quadro 1 – Categorias de análise e com breve descrição.

Categoria	Descrição
Abordagem Experimental	Investiga as questões relacionadas às características dos experimentos, considerando principalmente o tipo de abordagem presente: demonstrativa, empirista-indutivista ou investigativa.
Enfoque CTSA / Ambiental	Analisa as obras a partir de referenciais voltados à educação ambiental e à educação CTSA. Nesta categoria buscou-se identificar as abordagens que propiciam a conscientização, a participação dos estudantes e a investigação de aspectos sociais, econômicos e ambientais relacionados ao uso e produção de bens/ produtos por meio de processos eletroquímicos.
Imagens e Representações	Avalia a relação dos recursos imagéticos com conceitos relacionados à eletroquímica a partir de pelo menos uma das abordagens: relação da imagem com a abordagem do conteúdo (sequência didática, relação com o texto principal), tipo de representação (fotografia, desenho, tabela, gráfico) ou níveis representacionais (macroscópico, submicroscópico e simbólico).
Enfoque Teórico Conceitual	Analisa as contribuições conceituais para o ensino de eletroquímica e/ou pilhas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 2 apresenta o resumo das ocorrências e o tipo de trabalho para cada uma das categorias. Foram selecionadas seis dissertações, três artigos e três trabalhos de conclusão de curso. Todos os trabalhos foram publicados na última década, indicando o interesse pela temática eletroquímica/pilhas nos livros didáticos nos últimos anos. Outra característica desse conjunto de trabalhos é o interesse pelas obras do PNLD, principalmente dos anos de 2015 até 2018. Os resultados deste levantamento bibliográfico podem trazer elementos para o acompanhamento e a comparação da abordagem dessa temática em futuras edições do PNLD. Esse acompanhamento poderá ser relevante uma vez que as obras elaboradas com base no edital do PNLD de 2019 (BRASIL, 2018a), foram construídas segundo as orientações da BNCC que prevê a estruturação dos currículos por área do conhecimento – Ciências da Natureza e suas Tecnologias e não mais pelos componentes curriculares (BRASIL, 2018b). Essa mudança poderá desencadear novas formas de desenvolvimento dos conceitos de pilhas, por exemplo, com os olhares simultâneos dos três componentes curriculares que compõem a área das Ciências da Natureza. Outro aspecto importante é a previsão de abordagem dos conteúdos a partir de temáticas, que poderá inserir o estudo das pilhas em contextos mais diversificados.

Figura 2 – Gráfico de distribuição das categorias definidas após análise de conteúdo.



Fonte: Elaborada pelos autores.

No Quadro 2 são apresentados os trabalhos selecionados para a elaboração deste manuscrito, com informações sobre os autores, ano de publicação, tipo de trabalho, objetivos gerais da pesquisa e enquadramento de acordo com as categorias descritas no Quadro 1.

Quadro 2 – Breve descrição dos trabalhos selecionados para a análise.

Autor/Ano	Tipo	Título	Objetivo	Cat.
Arthur 2011	Dissertação	A evolução das atividades experimentais em livros didáticos de Química.	Analisar as mudanças nos experimentos propostos nos livros didáticos de ensino médio a partir de 1875.	Abordagem Experimental
Justo 2017	TCC Especialização	A abordagem de ensino por investigação nas atividades experimentais de eletroquímica dos livros didáticos do PNLD 2015.	Avaliar o potencial para uma abordagem de Ensino por investigação, no texto guia e nas atividades experimentais de eletroquímica, presentes nos livros selecionados pelo PNLD 2015.	
Faria 2017	TCC Graduação	Experiências de Físico-Química nos livros didáticos do PNLD 2018: Uma análise crítica.	Analisar como são abordados os experimentos de físico-química propostos nos livros aprovados pelo PNLD 2018 e avaliar o potencial investigativo dessas atividades.	
Dias 2012	Dissertação	Abordagem ambiental nos livros didáticos de química aprovados pelo PNLEM/2007: princípios da carta de Belgrado.	Analisar se a abordagem da temática ambiental, nas coleções de livros didáticos de Química aprovados pelo PNLEM 2007, contemplam os objetivos fundamentais da carta de Belgrado.	Enfoque CTS / Ambiental
Martins <i>et al</i> 2014	Artigo	Descarte de pilhas e baterias - a problemática da abordagem nos livros didáticos de química do PNLD 2015 para o conteúdo de eletroquímica.	Investigar a abordagem do tema “descarte de pilhas e baterias” nas coleções de livros didáticos selecionados pelo PNLD 2015.	

Nascimento 2019	TCC Graduação	Abordagem ambiental no ensino de química: um estudo dos livros didáticos aprovados pelo PNLD 2015 e 2018.	Investigar a abordagem ambiental nas coleções de livros didáticos aprovados pelo PNLD 2015 e 2018, comparando-os.	
Toquetto 2016	Dissertação	Os temas "Vidros e Metais" em livros didáticos de Química: Uma análise a partir dos estudos sociais da C&T.	Analisar os livros didáticos de Química aprovadas pelo PNLD 2015 sobre os temas, "Vidros e Metais", a partir dos estudos CTS.	
Goes <i>et al</i> 2018	Artigo	A representação das reações redox através das imagens. em livros didáticos brasileiros de Química.	Analisar os recursos visuais utilizados no conteúdo de reações. redox, em livros didáticos aprovados pelo PNLD (2015) e dos Cadernos do Estado de São Paulo.	Imagens e Representações
Joaquim 2017	Dissertação	Imagens na comunicação do conhecimento em livros didáticos de química e física: uma análise à luz da semiótica peirceana.	Investigar o papel das imagens na comunicação de conhecimentos – sobre os temas: Gases e pilhas/baterias, em livros de Química e Física do PNLD 2015.	
Meloni 2018	Artigo	Rupturas e permanências: um estudo das imagens de objetos em manuais de ensino de Química – 1856/1971.	Analisar a ocorrência e os usos das imagens nos manuais de ensino de Química entre os anos cinquenta do século XIX e os anos sessenta do século XX, comparando-os.	
Arnaud 2019	Dissertação	A construção do conteúdo de reações redox em livros didáticos da educação básica.	Explorar e descrever como os conceitos de reações redox são apresentados nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental e de química do ensino médio aprovados pelo PNLD 2016, 2017 e 2018.	Enfoque Teórico Conceitual
Bocanegra 2010	Dissertação	Aspectos conceituais e epistemológicos do tema eletroquímica nos livros didáticos de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o ensino médio – PNLEM (2007).	Analisar os aspectos conceituais e epistemológicos (bachelardianos) do tema Eletroquímica contidos nos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLEM de 2007.	
Cat.: Significa categoria.				

Fonte: Elaborada pelos autores.

A seguir é apresentada a análise de cada uma das obras selecionadas, considerando suas principais características e o enquadramento nas categorias criadas.

4.1 Categoria “Abordagem Experimental”

Três obras foram classificadas nesta categoria (ARTHUR, 2011); (JUSTO, 2016); (FARIA, 2017). Apesar de serem obras com janelas de análise cronológicas diferentes, todas têm em comum a identificação de elementos da abordagem investigativa nos experimentos de eletroquímica. Arthur (2011) analisou atividades experimentais em 51 livros didáticos de

Química do ensino médio, publicados a partir de 1875 até 2011. O estudo foi dividido em 6 períodos cronológicos, com demarcações baseadas nas reformas educacionais implementadas no país. A autora faz a seleção dos experimentos a serem investigados como base na repetição em todos os períodos de análise, permitindo, assim, maior comparação e observação da evolução das experiências. Os experimentos de eletrólise e reações de metais com ácidos (envolvendo conceitos de óxido-redução, importantes para a compreensão do funcionamento das pilhas) atenderam a esse critério. Em seus resultados a autora constata mudança no perfil categórico das atividades experimentais, passando de uma abordagem demonstrativa para investigativa, ressaltando que essa mudança se vale da evolução dos experimentos demonstrativos utilizados no passado.

Dos livros aprovados no PNLD 2015, quatro obras foram estudadas por Justo (2016), que usou descritores para aferir o nível de abordagem investigativa nas atividades experimentais de eletroquímica. O autor classificou que duas das obras apresentavam atividades experimentais com potencial investigativo alto, uma com médio e outra com baixo potencial investigativo.

Faria (2017) analisou as experiências de físico-química nos livros didáticos do PNLD 2018, também para identificar o potencial investigativo dessas atividades. Nesse estudo, o autor considera que três aspectos são relevantes e devem ser abordados em conjunto em uma atividade experimental investigativa, visando a melhor relação teoria-experimento, a saber: 1) pergunta inicial que desperta o interesse do aluno; 2) abordagem dos níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e representacional); 3) interface CTS ou contextualização. Das 7 temáticas químicas analisadas, eletroquímica foi a que apresentou o maior somatório de experimentos, num total de 18. Em somente parte desses experimentos a pergunta inicial motivadora foi identificada e apenas um deles explorou os três níveis do conhecimento químico. Com exceção de uma obra, nas demais, foram identificados experimentos de eletrólise e pilhas. Um destaque da autora é a constatação do caráter procedimental observado nas atividades experimentais das obras.

Os resultados apresentados nesta categoria apontam a constante preocupação das obras didáticas em considerar a experimentação na abordagem da eletroquímica. A complexidade e o alto grau de abstração envolvidos em alguns conceitos como oxidação/redução, agente redutor/agente oxidante etc., se relacionam às dificuldades de aprendizagem desses conceitos e, muitas vezes, a experimentação é uma estratégia para superá-las (SANGER; GREENBOWE, 1997) pois, quando planejada com viés mais investigativo (FARIA, 2017), permite um envolvimento mais vívido dos alunos, resultando em evoluções em termos conceituais. A

preocupação com a adequada inserção das atividades experimentais nos livros didáticos, destinados ao ensino das Ciências Naturais, deve acontecer, também, nas etapas iniciais, quando o estudante tem os primeiros contatos com conhecimentos específicos de química, física ou biologia. (FRANCISCO JUNIOR; SOUZA, 2022).

4.2 Categoria “Enfoque CTSA / Ambiental”

Quatro obras foram classificadas nesta categoria (DIAS, 2012); (MARTINS et al., 2014); (TOQUETTO, 2016) e (NASCIMENTO, 2019). Todas tiveram como objeto de estudo, livros do componente curricular química aprovados no PNLD. Na dissertação de Dias (2012) foram investigadas quatro obras em volumes únicos e duas coleções aprovadas no PNLEM-2007, sendo analisadas, ao todo, seis obras diferentes. A autora usa como referencial de análise a educação ambiental e os elementos presentes na Carta de Belgrado, compilados em três categorias: Conhecimento Científico, Conhecimento/Conscientização e Participação. Na pesquisa, a autora conclui que alguns temas ambientais são tratados de forma descontextualizada e fragmentada, e que a complexidade das relações entre a humanidade e os problemas ambientais é, muitas vezes, simplificada e reduzida. A temática eletroquímica está presente em todas as obras analisadas. Cinco delas abordaram a discussão sobre o descarte correto das pilhas e baterias. Na categoria Conhecimento/Conscientização é proposta uma reflexão sobre a produção de energia a partir de fontes consideradas "limpas"; na Categoria Conhecimento é discutida a geração de rejeitos decorrentes da produção de alumínio a partir da eletrólise da bauxita.

Em seu artigo, Martins et al. (2014) analisam quatro obras de química, aprovadas no PNLD-2015, tendo como referencial a educação CTSA. Os autores apontam que nelas são encontradas abordagens CTSA relacionadas ao descarte e à má gestão dos resíduos provenientes de pilhas e baterias. Em outras duas obras essa temática também é abordada, porém, de forma distanciada do referencial de CTSA, restringindo-se a atividades de interpretações de textos.

Um estudo diferenciado foi realizado na dissertação de Toquetto (2016) que investigou os temas “Vidros e Metais” em duas das quatro obras aprovadas no PNLD 2015. O estudo tem como referencial metodológico a análise de conteúdo e avalia, sob o viés da Educação, Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, a produção desses dois materiais. O autor aborda com riqueza de detalhes os processos de obtenção e produção do vidro (Tecnologia Float) e a produção de

alumínio (Hall-Hérout); discute condições de exploração de areia e minério resultantes em situações de contaminação de recursos hídricos e do ar atmosférico, colocando em risco pessoas e meio ambiente, culminando inclusive em graves acidentes, como o causado pela mineradora Samarco, ocorrido na cidade de Mariana. Ainda, aborda com propriedade as negligências de governos e setores públicos que fecham os olhos para a exploração do trabalho pelo capital selvagem, quando permitem que catadores e sucateiros trabalhem desprovidos de qualquer benefício trabalhistas; reflete sobre os interesses secundários de governantes que realizam processos de privatizações com negociações extremamente satisfatórias para multinacionais, às custas da depreciação de bens de uma nação e da degradação ambiental. Finalmente, o autor lista e analisa algumas das principais propriedades dos metais. Assim, a obra traz uma apreciável contribuição para a abordagem da eletroquímica, embasadas nos pressupostos da educação CTSA, sobretudo na produção de ferro e alumínio. A obra apresenta também uma rica contribuição para a reflexão dos diversos aspectos, sociais, ambientais, econômicos, políticos e tecnológicos, que devem ser observados quando se pensa no uso e produção de qualquer bem de consumo.

Nascimento (2019) realizou um estudo comparativo sobre as abordagens e ocorrências de temas ambientais no Volume 2 de todas as obras aprovadas no PNLD-2015 e PNLD-2018. Considerando que a autora selecionou somente as obras destinadas ao segundo ano do ensino médio, ao todo foram analisados 8 livros (4 coleções em cada PNLD). Na publicação, busca-se identificar como os autores das obras aprovadas nas duas versões do PNLD, atualizam ou propõem novas discussões, envolvendo a educação ambiental e os conceitos relativos à química. Com exceção de uma das coleções, todas elas abordaram aspectos ambientais relacionados à eletroquímica, que incluíam os cuidados e os problemas advindos do descarte incorreto de pilhas; da produção e do gerenciamento de lixo eletrônico; da poluição e dos impactos ambientais decorrentes da produção do alumínio e do processo de reciclagem deste metal; dos impactos ambientais e da liberação de substâncias tóxicas nos processos de galvanoplastia. A justificativa para a não ocorrência da temática da eletroquímica, em uma das obras, é que essa obra propõe o estudo desse conteúdo no Volume 3 da coleção.

A abordagem CTSA, nos livros didáticos, é um aspecto interessante e importante ao apresentar situações de aprendizagem, onde os estudantes sejam motivados a refletirem sobre um conhecimento específico, ante um contexto ou situação-problema. Isso estimula discussões para o desenvolvimento do senso-crítico com relação aos impactos da ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente. (AIKENHEAD, 2005), (PEDRETTI; NAZIR, 2011).

4.3 Categoria “Imagens e Representações”

Nesta categoria foram selecionados uma dissertação (JOAQUIM, 2017) e dois artigos (GOES; NOGUEIRA; FERNANDEZ, 2018); (MELONI, 2018). Meloni (2018) analisou as ocorrências e usos de imagens em manuais e livros de química do período de 1856 a 1971. O estudo foi dividido em dois períodos: o primeiro tem como referência os programas iniciais do Colégio Pedro II e vai até 1931 e o período 2 que corresponde aos anos entre a promulgação da Lei n. 4.024 (1961) até a reforma da educação estabelecida pela Lei n. 5.692 (1971). Os autores constataram que se comparando as quantidades das imagens presentes nos dois períodos, não foram verificadas variações no uso das ilustrações de objetos, ou seja, sob esse aspecto os manuais do período 1 são muito semelhantes aos elaborados no período 2. Do ponto de vista do método pedagógico, nos manuais do período 1 há uma valorização da observação dos processos, já no período 2 há ilustrações de objetos relacionados aos temas mais abstratos e, ainda que sejam poucos, estão presentes alguns procedimentos práticos. Das obras analisadas no período 2, somente a obra de Feltre e Yoshinaga (1968) abordou a temática das pilhas com o uso de imagens. Os trabalhos de Goes, Nogueira e Fernandez (2018) e Joaquim (2017) possui em comum o interesse pelas imagens associadas ao ensino de conceitos de eletroquímica presente nos livros didáticos selecionados no PNLD-2015 e, o referencial teórico Perales e Jimenez (PERALES; JIMÉNEZ, 2002), mesmo que parcial, na tipificação das imagens e criação de categorias. Goes, Nogueira e Fernandez (2018) analisaram as imagens relacionadas ao conceito de reações redox nos livros didáticos do referido PNLD e nos Cadernos do Estado de São Paulo, disponibilizados às escolas públicas estaduais paulistas. Os estudos foram realizados considerando as categorias: sequência didática, iconicidade, funcionalidade, relação com o texto principal, etiquetas verbais e os três níveis representacionais para o conhecimento químico: macroscópico, submicroscópico e simbólico. As autoras concluem que uma das obras apresenta características diferenciadas: os Cadernos do Estado de São Paulo, pois: i) Neles são abordados os conceitos de reações redox em uma maior porcentagem de temas desenvolvidos no decorrer dos três anos do Ensino Médio; ii) Na categoria sequência didática foi a obra que desenvolveu em maior porcentagem a problematização e foi a única onde a categoria evocação não foi observada; iii) Diferentemente dos livros didáticos, que trazem a fotografia em mais de 50% dos recursos visuais, nos Cadernos do Estado de São Paulo o uso desse recurso não é evidenciado. A maior recorrência é de imagens com alto valor didático, por exigir conhecimento de normas, códigos e símbolos específicos para sua compreensão; iv)

Finalmente, é a obra que mais utiliza representações de nível macroscópico e simbólico simultaneamente. As autoras ainda constatarem que nos livros do PNLD o conteúdo redox está presente no segundo volume das coleções. Os volumes são ricamente ilustrados, sejam com imagens ou representações de fenômenos químicos. É significativo o número de fotografias, em relação a outras formas de representação, assumindo, muitas vezes, função meramente figurativa e desconectada do texto principal, sendo, a maioria, sem etiquetas verbais. Nos livros didáticos é observado que, grande parte das ilustrações, prioriza apenas dois níveis de representação, macro e simbólico. E, diferentemente do que foi observado nos Cadernos do Estado de São Paulo, não há uma relação estabelecida entre esses níveis, o que pode indicar relação com as dificuldades apresentadas no ensino dos processos de óxido-redução.

Em sua dissertação, Joaquim (2017) faz uma análise comparativa das imagens relacionadas aos conceitos de pilhas presentes nos livros de química e física aprovados no PNLD-2015. A autora alinhava as abordagens imagéticas relativas às pilhas, considerando os dois componentes curriculares sob duas perspectivas: o que se comunica, através da categorização das imagens frente ao tipo de conteúdo veiculado, e como tal comunicação é realizada, utilizando-se da classificação dos signos proposta pela semiótica peirceana. A autora conclui que o número de imagens presentes nos livros de Química é maior que o número de imagens presentes nos livros de Física. Ainda, que elas são usadas principalmente para exemplificação e contextualização dos assuntos trabalhados e como representação dos aparatos usados para experimentação. A autora conclui que os livros de Química tendem a ter posturas mais realistas que os livros de Física, uma vez que foi observado a presença de mais imagens icônicas, que representam e “materializam” as partículas presentes nessas representações.

A análise e avaliação das imagens relativas aos conceitos de eletroquímica e pilhas nos livros didáticos, podem contribuir expressivamente para a construção de materiais didáticos com conteúdo mais adequados e livres de imagens que podem reforçar equívocos conceituais. Essa preocupação também está associada à polissemia intrínseca à imagem, considerada instrumento de comunicação ambígua, reforçando o cuidado que a ela deve ser dispensado por parte de autores e editores de materiais didáticos. (PERALES; JIMÉNEZ, 2002).

4.4 Categoria “Enfoque Teórico Conceitual”

Nesta categoria foram analisados os trabalhos de (ARNAUD, 2019) e (BOCANEGRA, 2010). Arnaud (2019) investigou os livros didáticos avaliados no PNLD 2016, 2017 e 2018,

com as seguintes proposições: traçar a construção e evolução do conteúdo de reações redox; identificar os modelos mais utilizados para a construção do conceito de óxido-redução e, finalmente, identificar a consonância entre as abordagens presentes nos livros e aquelas propostas no Projeto 2061 desenvolvido pela Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS, da sigla em inglês American Association for The Advancement of Science). Na dissertação, para atender esse último objetivo, a autora cria um instrumento de avaliação do livro didático que permite identificar a presença dos sete aspectos considerados essenciais ao trabalho do professor conforme o Projeto 2061. Os resultados da pesquisa indicaram que somente uma das obras analisadas, aborda o conteúdo das reações redox com estratégias que permitem ao professor desenvolver o conteúdo sem confusão conceitual e auxiliando no confronto das concepções alternativas dos alunos.

Em sua dissertação, Bocanegra (2010) analisou nos livros didáticos de Química, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM-2007), os aspectos conceituais e epistemológicos do tema Eletroquímica, do ponto de vista dos obstáculos epistemológicos bachelardianos presentes. A análise considerou quatro categorias de obstáculos, a saber: animistas, realistas, substancialistas e verbais. Em suma, o autor relata importantes distorções conceituais, com atenção ao tratamento teórico equivocado dado ao conceito de potencial ou diferença de potencial elétrico, ou do eletrodo; metodológicas, como procedimentos para a previsão de ocorrência de certos processos eletrolíticos, levando a interpretações equivocadas; e epistemológicas, como a visão de ciência fragmentada e obstáculos para a compreensão de conceitos.

As duas obras analisadas apresentaram contribuições relevantes na discussão sobre os problemas associados as dificuldades enfrentadas no ensino e aprendizagem das reações redox e nos conceitos de diferença de potencial elétrico do eletrodo. Entretanto, a literatura ainda ressalta a dificuldade em identificar os agentes oxidante e redutor num processo redox (DE JONG; TREAGUST, 2002), a função da ponte salina, movimentação de elétrons e importância do equilíbrio eletrolítico (BOULABIAR et al., 2004) no processo de funcionamento de uma pilha galvânica.

5 CONSIDERAÇÕES

Neste estudo bibliográfico foram analisados trabalhos que investigaram aspectos relevantes e obstáculos a serem superados na apresentação dos conceitos relacionados à

eletroquímica e/ou às pilhas nos livros didáticos. A análise foi realizada a partir de categorias criadas *a posteriori*, que permitiram investigar a temática, considerando seus aspectos experimentais, suas aplicações e contextualização com abordagem CTSA/Ambiental, as representações e imagens a ela associadas e as abordagens conceituais investigadas nos livros didáticos.

Os estudos voltados à experimentação indicaram que abordagens experimentais, envolvendo eletroquímica, estão presentes nos manuais e livros didáticos desde o século XIX, com significativas mudanças no perfil categórico dessas atividades, passando de uma abordagem demonstrativa para uma com maior caráter investigativo. O interesse pelo perfil investigativo dos experimentos apresentados nos livros didáticos foi uma constante nas obras analisadas. Como resultado, identifica-se que ainda há uma persistência de propostas de experimentações com caráter procedimental nessas obras.

Quando investigada a inserção da temática eletroquímica/pilhas em contextos mais diversos, em uma abordagem CTSA/Ambiental nos livros didáticos, constatou-se um interesse em discutir a importância do descarte correto das pilhas e baterias. Porém, de forma distanciada daquela prevista pelo referencial e, muitas vezes, restringindo-se a atividades de interpretação de textos. Uma exceção é a abordagem apresentada por Toquette (2016), que traz proposta para o estudo da eletroquímica com abordagem CTSA com rica contribuição para a reflexão dos diversos aspectos, sociais, ambientais, econômicos, políticos e tecnológicos, que devem ser observados quando se pensa no uso e produção de qualquer bem de consumo.

O uso imagens e representações no ensino de eletroquímica nos livros didáticos vem sendo investigado por diversos autores. As contribuições abarcam estudos realizados desde os primeiros manuais didáticos utilizados no Colégio Pedro II, até os livros didáticos atuais. Um referencial constante nas análises encontradas é a taxonomia de Perales e Jiménez (2002), que apresenta uma proposta de categorização de figuras e representações. Os trabalhos analisados indicam a intenção ilustrativa como a principal função do uso de imagens, com predomínio de fotografias com função figurativa e muitas vezes desconectada do texto nos livros didáticos. Outra constatação é a priorização de apenas dois dos três níveis representacionais, proposto por Johnstone (1991), nas abordagens que usam imagens ou representações. Essa tendência ilustrativa das imagens e representações, em manuais de ensino, é antiga, conforme registrado por Meloni (2018). Segundo ele, apesar de mantido a frequência de imagens ao longo de quase um século, e da mudança nos modelos de objetos, a função ilustrativa delas permanece.

O levantamento também apontou o uso das imagens para o estudo das pilhas pelos vieses de dois componentes curriculares: Física e Química. Os resultados reforçam que as imagens atuam principalmente para exemplificação e contextualização dos assuntos trabalhados e como representação dos aparatos usados para experimentação (JOAQUIM, 2017).

As abordagens, envolvendo os aspectos conceituais da eletroquímica, apontam que ainda podem ser encontradas importantes distorções conceituais no ensino de conceitos específicos, como o de potencial ou diferença de potencial elétrico e, nas estratégias para a previsão de ocorrência de certos processos eletrolíticos presentes nos livros didáticos.

A compilação das informações referentes à apresentação da temática eletroquímica/pilhas nos livros didáticos, apontou que se tem avançado bastante no objetivo de se apresentar um conteúdo cada vez mais adequado ao ensino dessa temática. Há olhares atentos para os aspectos experimentais, abordagens conceituais, aplicações e para as formas de representação utilizadas. Entretanto, apesar dos avanços, ainda há questões que precisam ser solucionadas, conforme apresentado nesta discussão. Considerando o processo de implementação da BNCC, que inclui a elaboração de editais norteadores de materiais didáticos com mudanças profundas, essas questões adquirem proporções muito maiores. Temos, agora, o desafio de olhar para as especificidades de uma temática, não mais do ponto de vista de um componente curricular, mas sim a partir de uma área do conhecimento, com todos os ganhos e limitações que isso pode significar. Os ganhos dessa nova abordagem podem incluir a unificação de terminologias usadas pelos diferentes componentes curriculares, que muitas vezes se torna uma limitação para a compreensão do conceito pelo aluno; e a melhor compreensão de fenômenos do nosso cotidiano que poderão ser abordados de forma mais holística.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. Science-based occupations and the science curriculum: Concepts of evidence. **Science Education**, v. 89, n. 2, p. 242-275, 2005.
<https://doi.org/10.1002/sce.20046>.

ARNAUD, A. A. **A construção do conteúdo de reações redox em livros didáticos da educação básica**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-10122019-180334/en.php>.

ARTHUR, T. **A evolução das atividades experimentais em livros didáticos de Química**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sao Carlos, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/6513>.

BANDEIRA, D. **Materiais didáticos**. Curitiba, PR: IESDE, 2009, 448p.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: 2011.

BOCANEGRA, C. H. **Aspectos conceituais e epistemológicos do tema eletroquímica nos livros didáticos de química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o ensino médio-PNLEM**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90098>.

BOULABIAR, A.; BOURAOUI, K.; CHASTRETTE, M.; ABDERRABBA, M. A historical analysis of the Daniell cell and electrochemistry teaching in French and Tunisian textbooks. **Journal of Chemical Education**, v. 81, n. 5, p. 754–757, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ed081p754>.

BRADLEY, J. D.; OGUDE, N. A. Electrode Processes and Aspects Relating to Cell EMF, Current, and Cell Components in Operating Electrochemical Cells: Precollege and College Student Interpretation. **J. Chem. Educ.**, v. 73, n. 12, p. 1145, 1996.

BRASIL. MEC/SEF. **Parâmetros curriculares nacionais : história**. Brasília, 1998. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/pcn_5a8_historia.pdf.

BRASIL. MEC. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**, 2018a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

BRASIL. MEC/ FNDE. **Edital de Convocação para o Processo de Inscrição e Avaliação de Obras Didáticas para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático PNLD 2019**. 2018(b). Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79531-edital-pnld-2019-consolidado-3-retificao-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192

CAMEL, N. J.; PACCA, J. L. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 7–26, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3683134>.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 549–566, dez. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/GNrkGpgQnmdcxwKQ4VDTgNQ/?lang=pt>.

CORRÊA, R. L. T. O livro escolar como fonte de pesquisa em História da Educação. **Cadernos CEDES**, v. 20, n. 52, p. 11–23, nov. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/yTJRZTvmDVZ5dfGfF6b3VQB/abstract/?lang=pt>.

DE JONG, O.; ACAMPO, J.; VERDONK, A. Problems in Teaching the Topic of Redox Reactions: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers. **J. Res. Sci. Teach.**, n. 32, p. 1097–1110, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.3660321008>

DE JONG, O.; TREAGUST, D. F. The Teaching and Learning of Eletrochemistry. Em J. K. Gilbert, M. Reiner e M. Nakhleh, **Chemical Education: Theory and Praticce in Science Education**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, p. 317 - 337, 2002.

DIAS, K. F. **Abordagem ambiental nos livros didáticos de química aprovados pelo PNLEM 2007: princípios da carta de belgrado**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás, 2012. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/562>.

FARIA, N. D. **Experiências de Físico-Química nos Livros Didáticos do PNLD 2018: Uma Análise Crítica**. Monografia. Universidade de Brasília, 2017. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/19340>.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; SOUZA, B. E. S. S. Um olhar sobre experimentos de Química e Física em livros de ciências do ensino fundamental II. **REAMEC –Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 10, n. 1, e22007, jan./abr. Disponível em: 2022. <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i3.13009>

FRISON, M. D. et al. Livro Didático como Instrumento de Apoio para Construção de Propostas de Ensino de Ciências Naturais. **VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Florianópolis, p. 1-13, 2009. Disponível em: <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/425.pdf>.

GOES, L. F.; NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C. A representação das reações redox através das imagens em livros didáticos brasileiros de química. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 2, p. 135–153, 2018. Disponível em: <http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/3738>.

GOMES, D. C.; SOUZA, K. S. Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) e a aprendizagem da oxirredução. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, p. e23004-e23004, 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14444>

JOAQUIM, M. G. D. G. **Imagens na comunicação do conhecimento em livros didáticos de química e física: uma análise à luz da semiótica peirceana**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-26052017-101455/en.php>.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem, **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 7, n. 2, 75–83, 1991.

JUSTO, V. A. **A abordagem de ensino por investigação nas atividades experimentais de eletroquímica dos livros didáticos do PNLD 2015**. Monografia Especialização. Universidade Federal de Minas Gerais, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-APUFHY>.

MARTINS, A. N. A. et al. Descarte de pilhas e baterias: a problemática da abordagem nos livros didáticos de química do PNLD 2015 para o conteúdo de eletroquímica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 31–35, 2014. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7389686>.

MELLO, P. E. D. **Material didático para educação de jovens e adultos: história, formas e**

conteúdos. Doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-26012011-142038/>.

MELONI, R. A. Rupturas e permanências: um estudo das imagens de objetos em manuais de ensino de Química 1856 a1971. **Imagens da Educação**, v. 8, n. 2, p. e42015, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v8i2.42015>.

NASCIMENTO, R. S. **Abordagem Ambiental no Ensino de Química: Um Estudo dos Livros Didáticos Aprovados pelo PNL D 2015 e 2018**. Monografia. Universidade Federal de Sergipe, 2019. Disponível em: <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/12726>.

NAIAZ, M.; CHACÓN, E. A conceptual change teaching strategy to facilitate high school students' understanding of electrochemistry. **Journal of Science Education and Technology**, v. 12, n. 2, p. 129- 134, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1023983626388>.

ÖSTERLUND, L. L.; BERG, A.; EKBORG, M. Redox models in chemistry textbooks for the upper secondary school: friend or foe? **Chemistry Education Research and Practice**, v. 11, n. 3, p. 182- 192, 2010. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2010/RP/C005467B>.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20435>.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 20, n. 3, p. 369–386, 2002.

SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J. Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 34, n. 4, p. 377–398, 1997. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199704\)34:4%3C377::AID-TEA7%3E3.0.CO;2-O](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-2736(199704)34:4%3C377::AID-TEA7%3E3.0.CO;2-O).

SILVA, M. R. E.; CINTRA, E. P. Experimentação e Simulações: Contribuições para o Ensino e Aprendizagem Das Reações Redox. **Enseñanza de las ciencias**. n. Extra, p. 1153-1159, 2013. Disponível em: <https://ddd.uab.cat/record/175243>.

SILVA, R. S. Experimentação no Ensino de Química: uma sequência didática sobre a formação da ferrugem. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá. v. 9. n. 2. e21058. maio-agosto. 2021. <http://dx.doi.org/10.26571/reamec.v9i2.12744>.

TOQUETTO, A. R. **Os Temas "Vidros E Metais" em Livros Didáticos de Química: Uma Análise a partir dos Estudos Sociais da C&T**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/169087>.

ZAMBON, L. B. **Seleção e utilização de livros didáticos de física em escolas de educação básica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/6990>.

ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. Políticas de material didático no Brasil: organização dos processos de escolha de livros didáticos em escolas públicas de educação básica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 94, n. 237, p. 585-602, 2013. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/rbep/v94n237/v94n237a12.pdf>.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Não se aplica

FINANCIAMENTO

Não se aplica

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Carlos Alberto Pereira Domingues e Elaine Pavini Cintra

Introdução: Carlos Alberto Pereira Domingues e Elaine Pavini Cintra

Referencial teórico: Carlos Alberto Pereira Domingues e Elaine Pavini Cintra

Análise de dados: Carlos Alberto Pereira Domingues e Elaine Pavini Cintra

Discussão dos resultados: Carlos Alberto Pereira Domingues e Elaine Pavini Cintra

Conclusão e considerações finais: Carlos Alberto Pereira Domingues e Elaine Pavini Cintra

Referências: Carlos Alberto Pereira Domingues e Elaine Pavini Cintra

Revisão do manuscrito: Carlos Alberto Pereira Domingues e Elaine Pavini Cintra

Aprovação da versão final publicada: Carlos Alberto Pereira Domingues e Elaine Pavini Cintra

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Declaramos que o conjunto de dados que dá suporte aos resultados da pesquisa foi publicado no próprio artigo.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

DOMINGUES, Carlos Alberto Pereira.; CINTRA, Elaine Pavini. O que mostram os estudos sobre os conteúdos presentes nos livros didáticos para o ensino de pilhas? **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 11, n. 1, e23043, jan./dez., 2023. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14961>

COMO CITAR - APA

Domingues, C. A. P.; Cintra, E. P. (2023). . O que mostram os estudos sobre os conteúdos presentes nos livros didáticos para o ensino de pilhas? *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 11(1), e23043. <https://doi.org/10.26571/reamec.v11i1.14961>

LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF



Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>

PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.

EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Dois pareceristas *ad hoc* avaliaram este manuscrito e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

HISTÓRICO

Submetido: 03 de fevereiro de 2023.

Aprovado: 16 de maio de 2023.

Publicado: 25 de agosto de 2023.
