



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

MARCOS COELHO RODRIGUES

ANÁLISE COMPARATIVA DO TEMA ELETROQUÍMICA NAS
COLEÇÕES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA DO OBJETO 2 DO PNLD
2021

PAULISTANA

2022

MARCOS COELHO RODRIGUES

ANÁLISE COMPARATIVA DO TEMA ELETROQUÍMICA NAS COLEÇÕES DE
CIÊNCIAS DA NATUREZA DO OBJETO 2 DO PNLD 2021

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Paulistana.

Orientador: Prof. Me. Francisco Fernando Silveira.

PAULISTANA

2022

ANÁLISE COMPARATIVA DO TEMA ELETROQUÍMICA NAS COLEÇÕES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA DO OBJETO 2 DO PNLD 2021

Marcos Coelho Rodrigues¹
Francisco Fernando Silveira²

RESUMO

Em virtude das recentes mudanças educacionais, como o novo Ensino Médio, a Base Nacional Comum Curricular e a reformulação do Programa Nacional do Livro e do Material Didático, os livros didáticos distribuídos na rede pública de ensino sofreram modificações. Os conhecimentos de química agora estão presentes nos livros denominados de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, junto com os de biologia e física, e distribuídos ao longo dos 6 livros de cada coleção. Lajolo (1996) argumenta que a escolha e a utilização dos livros didáticos devem se fundamentar na competência dos docentes que farão dele instrumento de aprendizagem e Lima e Silva (2010) apontam a abordagem utilizada nos conteúdos e nos textos e a presença de exercícios de qualidade e quantidade adequadas como características relevantes na escolha dos livros pelos professores. Buscando auxiliar os docentes na escolha e no uso desses livros, o presente trabalho buscou caracterizar os capítulos onde os conteúdos de eletroquímica estão presentes e comparar os referidos capítulos com os de outros livros, de anos anteriores, através da mensuração do número de páginas, experimentos propostos e atividades, além da caracterização destas. Como resultados, foram observadas diminuições no número de páginas, de experimentos propostos e de atividades, além da redução de atividades oriundas do Exame Nacional do Ensino Médio ou de vestibulares e aumento da proporção de itens discursivos e qualitativos. Por fim, verificou-se que a proporção de questões que apresentam recursos visuais se manteve estável e que a abordagem interdisciplinar encontra-se reduzida.

Palavras-chave: PNLD 2021; livros didáticos de química; eletroquímica.

ABSTRACT

Due to recent educational changes, such as the new High School, the National Curricular Common Base and the reformulation of the National Book and Teaching Material Program, the textbooks distributed in the public school system in Brazil received changes. Chemistry knowledge is now present in specific books on Natural Sciences and its Technologies, together with those of biology and physics, and distributed in 6 books in each collection. Lajolo (1996) argues that the choice and use of textbooks should be based on the competence of the teachers who will make them a learning tool and Lima and Silva (2010) point out the approach used in the contents and texts and the presence of quality exercises and adequate quantity as relevant characteristics in the choice of books by teachers. Seeking to help teachers in choosing and using these books, the present work sought to characterize the chapters where the electrochemistry contents are present and compare those chapters with those of other books, from previous years, through the measurement of the number of pages, proposed experiments and activities (and their characterization). As a result, there were decreases in the number of pages, proposed experiments and activities, in addition to a reduction in activities from the National High School Exam or entrance exams and an

¹ Licenciando em química pelo IFPI. Instituto Federal do Piauí - *Campus* Paulistana. marcoscoelho2018a@gmail.com.

² Licenciado em química (2016) pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Mestre em Química (2018) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Instituto Federal do Piauí (IFPI) - *Campus* Paulistana. fernando.silveira@ifpi.edu.br.

increase in the proportion of discursive and qualitative items. Finally, it was verified that the proportion of questions that present visual resources remained stable and that the interdisciplinary approach is reduced.

Keywords: PNLD 2021; chemistry textbooks; electrochemistry.

Data de aprovação: 14/07/2022

1 INTRODUÇÃO

Observou-se, nos últimos anos, mudanças educacionais significativas na educação básica brasileira, como o Novo Ensino Médio (Lei nº 13.415, de 16 de Fevereiro de 2017) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Em razão dessas modificações, outros programas sofreram ou sofrerão alterações para se adaptarem. O PNLD (atualmente Programa Nacional do Livro e do Material Didático), por exemplo, recebeu alterações através do Decreto nº 9.909 de 18 de julho de 2017.

O novo PNLD não apresenta mais livros individuais de química. Os livros específicos para as disciplinas do Ensino Médio, cuja etapa de distribuição foi denominada Objeto 2, agora são agrupados por área, estando os conteúdos de química, física e biologia agrupados nos livros de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Deixam de ser distribuídos três livros por disciplina, cada um direcionado a um dos três anos do ensino médio, passando a ser agora 6 livros, não numerados, cada um organizado por tema. Os conteúdos de química estão distribuídos nesses 6 livros de modo diferente do habitual. Além disso, os novos livros são reduzidos, em termos de número de páginas, em relação aos dos PNLDs anteriores e passam a ter ciclo de uso de 4 anos, um aumento em relação aos 3 anos praticados anteriormente (BRASIL, 2017a; CONIF, 2021).

Os livros didáticos (LDs) distribuídos pelo PNLD são de extrema importância para a educação pública brasileira, uma vez que fornecem "subsídio relevante para democratizar o acesso à informação, mediar e reforçar os conhecimentos desenvolvidos na sala de aula, bem como estimular a leitura e o pensamento crítico dos estudantes" (CONIF, 2021). Os LDs constituem-se como um material importante para o desenvolvimento das atividades de ensino-aprendizagem na escola, uma vez que são utilizados pelos professores como um dos recursos (muitas vezes o único recurso) para auxiliar na elaboração de aulas, atividades, etc. e pelos alunos como fonte de leitura e aprendizado em sala de aula e fora dela (muitas vezes os únicos livros que os estudantes possuem em suas casas) (CONIF, 2021).

A seleção dos livros didáticos é, portanto, uma etapa importante nas escolas públicas brasileiras, uma vez que os docentes têm a oportunidade de selecionar os livros que mais se adequem aos Projetos Político-Pedagógicos (PPPs) de suas escolas, à realidade local, às necessidades dos alunos e às suas metodologias de ensino. Além disso, aspectos didáticos também devem ser levados em consideração, como: os conteúdos presentes e sua ordem, a contextualização, a interdisciplinaridade, os experimentos presentes, as ilustrações e os exercícios.

Nesse sentido, instrumentos que auxiliem os professores nessa tarefa são extremamente importantes, inclusive artigos científicos que tragam aspectos e dados úteis para a escolha. Pesquisas que estudem a forma como o conteúdo é apresentado nos livros didáticos configuram-se, pois, num importante instrumento nas discussões sobre os LDs e como suporte à escolha e utilização dos mesmos pelos professores.

A análise de um livro completo, no entanto, é complicada e demorada. Portanto, a escolha de um conteúdo que seja "representativo" dos aspectos importantes do livro completo pode auxiliar nessa tarefa. É razoável pensar que a eletroquímica satisfaz essa exigência, uma vez que: faz um amplo uso dos três níveis de representação da química (macroscópico, microscópico e simbólico); permite a interdisciplinaridade, especialmente com a física

(eletricidade); tem vastas possibilidades de contextualização, inclusive com temas relacionados ao ambiente (descarte de pilhas e baterias) e aos materiais (eletrolise); engloba muitos conceitos e convenções, ao mesmo tempo que apresenta aspectos matemáticos, entre outros aspectos.

Nesse sentido, surgem diversos questionamentos em relação aos novos livros do PNLD 2021 e, em especial, nos seus capítulos de eletroquímica, dentre eles: quais as dimensões (em termos de número de páginas) e os conteúdos apresentados sobre a eletroquímica nos novos livros didáticos? Propõem atividades experimentais? Possui atividades satisfatórias? Ocorreu diminuição das dimensões dos livros atuais em relação aos anteriores? Se sim, isso afetou outros aspectos dos livros?

Observa-se que uma pesquisa com uma abordagem descritiva e comparativa dos tópicos, ilustrações e atividades presentes nos capítulos com o conteúdo de eletroquímica se faz necessária, em especial num período em que os livros didáticos sofrem grandes mudanças.

Nessa direção, e buscando fornecer um suporte teórico à escolha dos livros pelos professores, este trabalho tem como objetivo geral analisar os conteúdos de eletroquímica presentes nas coleções de livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Objeto 2 do PNLD 2021.

Os objetivos específicos, por sua vez, são: quantificar o número total de páginas ocupadas, de experimentos propostos e de atividades presentes nos capítulos dos conteúdos de eletroquímica nos livros didáticos do Objeto 2 do PNLD 2021; caracterizar quantitativamente, em termos de tipo de pergunta e resposta, da abordagem interdisciplinar, da presença de questões oriundas de ENEM/vestibulares e resolvidas e de recursos visuais, as atividades presentes nos capítulos de eletroquímica dos livros didáticos do Objeto 2 do PNLD 2021; comparar os capítulos de eletroquímica dos livros do PNLD 2021 com os de livros de programas anteriores e caracterizar, de forma geral, os capítulos de eletroquímica das coleções a partir dos dados coletados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 NOVO ENSINO MÉDIO, BNCC E NOVO PNLD

Nos últimos anos, tem sido observada uma mudança significativa da educação brasileira. Um "Novo Ensino Médio" (Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017) foi aprovado, alterando artigos da LDB relacionados ao Ensino Médio e instituindo uma Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. As principais mudanças observadas foram: a estipulação de aumento gradual da carga horária do ensino médio de 800 a 1400 horas anuais; a previsão de que o currículo deve ser composto de uma Base Nacional Curricular (BNCC) e de "itinerários formativos" nas quatro áreas do conhecimento da referida base curricular (quais sejam: linguagens e suas tecnologias; matemática e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias e ciências humanas e sociais aplicadas) e/ou formação técnica e profissional e a determinação de que, para o ensino médio, a carga horária destinada ao cumprimento da BNCC não pode ser superior a 1800 horas do total (BRASIL, 2017b).

A Base Nacional Comum Curricular foi concluída em 2018, possui caráter normativo e orienta quais as aprendizagens, competências e habilidades essenciais que os alunos devem adquirir em cada nível de ensino, embora os entes federativos tenham autonomia na produção e promoção dos currículos (BRASIL, 2018a; ALVES *et al.*, 2021). Prevista no artigo 35-A da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a BNCC deve, no que tange ao Ensino Médio, estabelecer "direitos e objetivos de aprendizagem" que os alunos devem atingir nas quatro áreas do conhecimento. Ela constitui, junto com os itinerários formativos, ofertados conforme a "relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino", o currículo desse nível de ensino (BRASIL, 2018b). Ela se constituirá como

"referência nacional para currículo" dos sistemas de ensino e deve "contribuir para o alinhamento de outras políticas e ações [...] referentes à formação de professores, à avaliação, à elaboração de conteúdos educacionais e aos critérios para a oferta de infraestrutura adequada para o pleno desenvolvimento da educação" (BRASIL, 2018a).

Na BNCC – e também no novo PNLD –, os conhecimentos de Química, Física e Química aparecem mesclados num único bloco, chamado "Ciências da Natureza e suas Tecnologias" (CNT), sendo a manutenção das disciplinas fragmentadas facultada. Além disso, sugere uma abordagem baseada em três temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo (BRASIL, 2018a; ALVES *et al.*, 2021). Em relação à química, Alves *et al.* (2018) afirmam que a ênfase nas competências e habilidades relacionadas à disciplina foi reduzida em relação a documentos norteadores anteriores.

Acompanhando a reforma do Ensino Médio e a BNCC, outros programas se modificaram ou se modificarão e os sistemas e redes de ensino tiveram de se adaptar. O programa nacional de distribuição de livros didáticos, o PNLD (agora renomeado Programa Nacional do Livro e do Material Didático), recebeu mudanças através do Decreto Nº 9.099, de 18 de Julho de 2017. As principais alterações impostas neste documento são: a abrangência do programa no que se refere às instituições educacionais contempladas (os livros didáticos distribuídos pelo programa agora também poderão atender escolas comunitárias, confessionais ou filantrópicas); aumento do ciclo de avaliação pedagógica e distribuição de três para quatro anos; possibilidade de escolha das coleções didáticas pelas redes de ensino, o que antes poderia ser realizado apenas pelos professores, e o aumento do escopo do programa, que também passa a distribuir obras literárias e digitais (BRASIL, 2017a; COPATTI; ANDREIS, 2020).

Além disso, a distribuição de livros para o Ensino Médio através do novo PNLD passará a ocorrer em 5 etapas: Obras de Projetos Integradores e Projetos de Vida (Objeto 1); Obras Didáticas por Áreas do Conhecimento e Obras Didáticas Específicas (Objeto 2); Obras de Formação Continuada (Objeto 3); Recursos Digitais (Objeto 4) e Obras Literárias (Objeto 5) (CONIF, 2021). A junção dos conhecimentos de biologia, química e física no eixo de "Ciências da Natureza e suas Tecnologias" no Novo Ensino Médio e na BNCC teve influência no novo PNLD, que também apresenta os livros organizados dessa forma (LEAL, 2021).

2.2 LIVROS DIDÁTICOS: FUNÇÕES E USOS

Um livro é caracterizado como didático quando é sistematicamente utilizado no processo de "ensino-aprendizagem de um determinado objeto do conhecimento escolar", além de ser sujeito a uso em situações de aprendizado coletivo orientadas por um professor (LAJOLO, 1996).

O LD pode ser definido como um "material impresso produzido por editoras para servir a processos de ensino e aprendizagem na educação básica" (SANTOS; CARNEIRO, 2006) que auxilia os professores na organização e preparação de suas aulas e na proposição das atividades, embora muitas vezes resuma-se a um "método/guia de ensino" (EMMEL; ARAÚJO, 2012), o que pode oferecer segurança, mas também dificultar, ou até mesmo impedir, a autonomia e criatividade do sujeito docente (MAIA; VILLANI, 2016).

Embora se localizem na "periferia da produção científica" (LIMA; SILVA, 2010), os livros didáticos são fundamentais na produção, circulação e apropriação dos conhecimentos difundidos pela escola (LAJOLO, 1996), pois selecionam e expõem os conhecimentos científicos, históricos, sociais e gramaticais legitimados pela sociedade para serem apresentados às novas gerações (LIMA; SILVA, 2010).

A escolha e a utilização dos livros didáticos devem se fundamentar, portanto, na competência dos docentes que farão dele instrumento de aprendizagem (LAJOLO, 1996),

uma vez que eles já tiveram seus próprios processos de aprendizagem e internalização desses conhecimentos e também dos conhecimentos pedagógicos necessários à prática docente.

Embora ofereçam informações básicas aos estudantes, auxiliando-os no exercício da cidadania permitindo-lhes "relacionar e dialogar com os problemas relacionados à sua volta e emitir sua opinião" através dos conhecimentos obtidos neles e em sala de aula (VAZ; BISPO, 2020), a função dos livros didáticos tem sido historicamente reduzida a de "realização de tarefas escolares", como a resolução de exercícios (SANTOS; CARNEIRO, 2006).

Quanto às funções dos livros didáticos, Choppin (2004) identifica quatro essenciais: referencial, instrumental, ideológica/cultural e documental. A função referencial (ou curricular, programática) dos LDs é a de fiel tradução ou interpretação dos programas de ensino, trazendo os conhecimentos, técnicas e habilidades considerados necessários às novas gerações pela sociedade. A função instrumental diz respeito aos métodos de aprendizado, exercícios ou atividades propostas pelos livros didáticos, visando a memorização dos conteúdos ou a apropriação de competências e habilidades. A função ideológica e cultural se refere à utilização do LD como vetor de disseminação e internalização da língua, cultura e valores das classes dominantes. Já quando o livro didático é usado como fonte de documentos textuais ou icônicos que possam auxiliar no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, diz-se que ele está desempenhando função documental.

Rodrigues (2014), por sua vez, realizou uma revisão de literatura sobre as pesquisas sobre livros didáticos no Brasil e verificou que esses trabalhos apontam para uma série de equívocos no conteúdo dos LDs, dentre os quais: imprecisões e erros conceituais, tópicos desnecessários no início dos capítulos, conteúdos incompletos ou desatualizados e desvinculados com as demais disciplinas.

2.3 LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA

Os livros didáticos, e em especial os das disciplinas de ciências da natureza, se constituem, muitas vezes, como os únicos recursos para apoio didático disponíveis para docentes e discentes e, portanto, devem ser capazes de "promover a reflexão sobre os múltiplos aspectos da realidade", incitando a capacidade investigativa dos estudantes que, por sua vez, devem tornar-se construtores de seu próprio conhecimento (VASCONCELOS; SOUTO, 2003).

Além disso, Vaz e Bispo (2020) argumentam que os LDs de química, em prol de promover o letramento científico, devem apresentar o conteúdo de maneira clara e através de diversos gêneros textuais e gráficos que permitam mobilizar conhecimentos de outras áreas. No entanto, Maia *et al.* (2011) afirmam que ainda há uma demasiada valorização dos docentes em relação à preparação para exames de seleção quando da escolha dos conteúdos, e, por extensão, dos livros didáticos, a serem ministrados em sala de aula, em detrimento de uma educação para a cidadania.

É importante ressaltar que os livros didáticos não são, por si mesmos, auto suficientes, necessitando, portanto, que o sujeito docente adote-os em momentos apropriados, adapte-os e complemente-os (MAIA *et al.*, 2011). É importante saber, nesse sentido, quais as principais dificuldades encontradas pelos professores no uso do LD, que, segundo Maia *et al.* (2011), são: "a resistência dos alunos em relação ao livro, dificuldades relacionadas à leitura e interpretação textual, despreparo com abordagens diferenciadas e falta de tempo para realizar as atividades propostas".

Os livros didáticos de química convencionais apresentam basicamente a mesma estrutura: textos com o conteúdo seguido de lista de exercícios que, por sua vez, também seguem um padrão estabelecido (SANTOS; CARNEIRO, 2006). Mortimer (1988) aponta também para uma homogeneidade em relação aos conteúdos abordados e sua ordem de apresentação nos livros de química publicados no Brasil após a década de 1970. Nas últimas

décadas, no entanto, têm sido lançados LDs inovadores que, segundo Santos e Carneiro (2006), se diferenciam dos tradicionais livros "padronizados pelo mercado editorial" pela diversidade dos exercícios e atividades, rompendo com o modelo de "caderno de exercícios".

Lima e Silva (2010) apontam como características relevantes na escolha dos LDs pelos professores: a abordagem utilizada nos conteúdos, nos textos, etc; os autores; a utilização de uma linguagem clara nos textos e a presença de exercícios de qualidade e quantidade adequadas; possuir uma diagramação atraente e seguir as determinações das orientações curriculares oficiais (como os PCNs e, mais recentemente, a BNCC).

Mais especificamente, os professores de ciências apontam como fatores importantes na escolha, para além dos expostos anteriormente, a integração/articulação entre os conteúdos e temas abordados, a presença de textos, ilustrações e atividades diversificadas e contextualizadas e conteúdos atualizados e linguagem adequada ao público e propostas de experimentos de simples execução, seguros e realizados com materiais de baixo custo (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003).

Além disso, Loguercio *et al.* (2001) identificaram que, quando analisam um livro didático a ser usado em suas salas de aula, os professores de química buscam encontrar muitos exercícios para os vestibulares (atualmente pode se estender essa necessidade à preparação para o ENEM) e relações dos conteúdos com o cotidiano.

Artuso *et al.* (2019), por sua vez, investigaram os fatores mais estimados pelos estudantes em livros didáticos de física, com resultados gerais o suficiente para serem expandidos ao de química, os quais são: conceitos corretos, resumos e esquemas que destaquem os principais pontos, conteúdo que desperte interesse e bastante exemplificação.

2.4 A ELETROQUÍMICA NOS LIVROS DIDÁTICOS

Ferreira *et al.* (2021) argumentam que os estudantes possuem maiores dificuldades no estudo da química nos conteúdos que apresentam conceitos abstratos e complexos, além de simbologias da matemática e da física, como é o caso da eletroquímica.

Uma série de estudos já foram produzidos investigando o conteúdo de eletroquímica nos livros didáticos sob as mais diversas perspectivas, como, por exemplo: os aspectos conceituais e epistemológicos (BOCANEGRA, 2010), as atividades experimentais (JUSTO, 2016; MEDEIROS, 2017; SANTOS *et al.*, 2018), a contextualização e a interdisciplinaridade (LEITE, 2020), a abordagem empregada nos cálculos químicos presentes (LEITE; SOARES, 2018), além de pesquisas mais específicas, como as representações da história da química (PITANGA *et al.*, 2014), da célula de Daniell (FONTES *et al.*, 2012) e das reações redox (GOES *et al.*, 2018) e a presença do tema descarte de pilhas e baterias (MARTINS *et al.*, 2014), entre outros trabalhos.

Bocanegra (2010) aponta para alguns erros conceituais presentes nos conteúdos de eletroquímica abordados nos livros didáticos analisados, em especial no que se refere ao tratamento teórico dado ao conceito de diferença de potencial (ddp) e de potencial de eletrodo, além da presença de imagens não apropriadas por serem suscetíveis a "interpretações não racionalizadas" e de "linguagem do senso comum".

Quanto às atividades experimentais propostas nos livros didáticos de química, em especial no que se refere à eletroquímica, verifica-se que ainda há nelas um tratamento "empírico/indutivista" e centrado na "observação e execução dos experimentos para comprovação dos resultados esperados" (SANTOS *et al.*, 2018).

Por fim, Leite (2020) observou que, na maioria dos livros analisados, havia elementos de contextualização e interdisciplinaridade no conteúdo de eletroquímica, embora os LDs geralmente apresentem essas características na forma de uma "descrição científica do cotidiano".

3 METODOLOGIA

O presente trabalho se trata de uma pesquisa documental, que, consoante Gil (2017), se fundamenta em "toda sorte de documentos, elaborados com finalidades diversas, tais como assentamento, autorização, comunicação etc". Nesse sentido, pretendeu-se investigar as coleções de livros de Ciências da Natureza do Objeto 2 do PNLD 2021 aprovados (*corpus* da pesquisa) e, em particular, os capítulos dos livros onde o conteúdo de eletroquímica é apresentado e compará-los com livros de PNLDs anteriores.

Foram investigados os seguintes aspectos:

- Número de páginas ocupados pelo(s) capítulo(s);
- Número de experimentos propostos presentes;
- Número de atividades presentes.

As atividades avaliadas foram somente as presentes em parte específica do livro ou de início de capítulo, desconsiderando questões do corpo do texto e questões presentes em boxes especiais ou experimentos ou referentes a eles. As atividades foram avaliadas considerando os itens propostos por Fernandes e Campos (2016), quais sejam:

- *Tipo de resposta*: qualitativa, quantitativa ou ambas;
- *Tipo de pergunta*: discursiva ou objetiva;
- *Presença de recursos visuais*: imagens, gráficos, equações, etc.;
- *Interdisciplinaridade*;
- *Questões de ENEM/Vestibulares*;
- *Conteúdos relacionados às questões*: reações de oxirredução/corrosão, pilhas/potenciais de célula ou eletrólise.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os livros do novo PNLD analisados encontram-se listados na Tabela 1. Dois livros bastante conhecidos de programas anteriores foram utilizados para serem comparados aos atuais e estão listados na Tabela 2.

Tabela 1: Livros do Objeto 2 do PNLD 2021 analisados.

Cód.	Coleção	Volume(s)
L1	MORTIMER, E. F. (org.). Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2020.	Materiais e Energia: Transformação e Conservação
L2	LOPES, S.; ROSSO, S. Ciências da Natureza: Lopes & Rosso. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.	Energia e Consumo Sustentável (L2a) Mundo Tecnológico e Ciências Aplicadas (L2b)
L3	THOMPSON, M. <i>et al.</i> Conexões: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.	Energia e Ambiente
L4	EDITORA MODERNA (org.). Diálogo: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.	Energia e Sociedade: Uma Reflexão Necessária
L5	AMABIS, J. M. <i>et al.</i> Moderna Plus: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.	Ciência e Tecnologia
L6	GODOY, L.P. <i>et al.</i> Multiversos: Ciências da Natureza. 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2020.	Elettricidade na Sociedade e na Vida

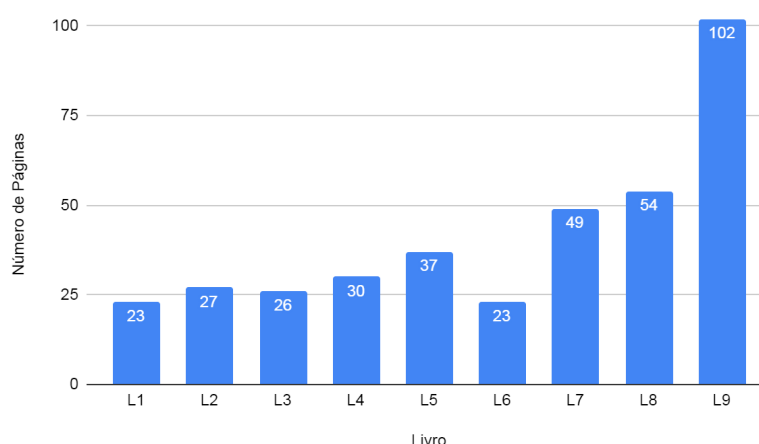
Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 2: Livros de PNLDs anteriores analisados

Cód.	Livro
L7	FONSECA, M.R.M. Química: ensino médio. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. v. 2.
L8	MORTIMER, E.F.; MACHADO, A. H. Química: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016. v. 2.
L9	FELTRE, R. Química. 7. ed. São Paulo: Moderna, 2008. v. 2.

Fonte: elaborado pelos autores.

O número total de páginas nos quais se encontram os conteúdos de eletroquímica nos 8 livros analisados pode ser encontrado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Número de páginas dos livros destinadas ao conteúdo de eletroquímica.

Fonte: elaborado pelos autores.

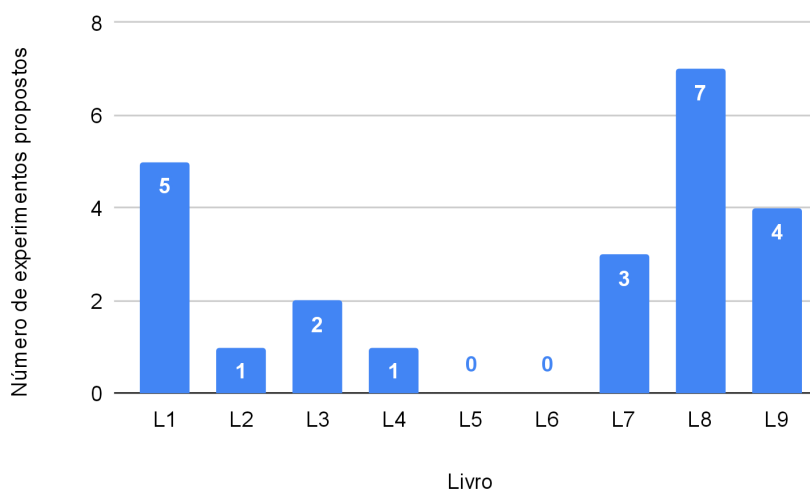
A média do número de páginas do conteúdo de eletroquímica nos novos livros didáticos (27,7) é aproximadamente a metade da média do número encontrado nos livros L7 e L8 do PNLD 2018 (51,5) e aproximadamente um quarto das páginas encontradas no L9.

A redução do número de páginas do conteúdo pode contribuir para a redução de elementos secundários, porém muito importantes, nos livros didáticos, como boxes explicativos ou contextualizadores, propostas de experimentos, número de atividades, entre outros.

Em relação aos números de atividades experimentais propostas, o Gráfico 2 apresenta-os. Pode-se observar que os livros antigos possuíam um número maior de tais ferramentas, uma vez que a média de L7, L8 e L9 é aproximadamente igual a 4,7 e a dos livros do último PNLD é de aproximadamente 1,5. Uma exceção é o livro L1 que apresenta 5 experimentos propostos. Entretanto, conforme já mencionado, os autores da parte de química desse livro são os mesmos do L8 e, na comparação entre os dois, uma diminuição é observada (de 7 para 2).

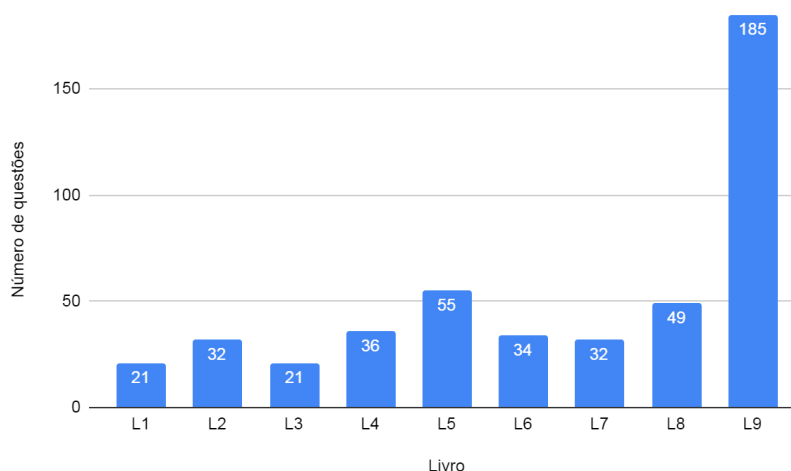
Além disso, propostas experimentais simples e seguras presentes nos livros didáticos têm o potencial de desenvolver o autodidatismo, a curiosidade e o espírito investigativo nos alunos, além de desenvolver habilidades, tanto relacionadas à realização dos mesmos quanto cognitivas, através da busca por explicações científicas que explicam os fenômenos observados. A diminuição do número das mesmas compromete as possibilidades de construção dos conhecimentos citados anteriormente pelos estudantes e, conseqüentemente, a formação crítico-reflexiva dos sujeitos, no viés da educação para a transformação social.

Gráfico 2: Número de atividades experimentais propostas presentes no(s) capítulo(s) de eletroquímica.



Fonte: elaborado pelos autores.

Gráfico 3: Número de questões do conteúdo de eletroquímica presentes nos livros.



Fonte: elaborado pelos autores.

Além disso, foram analisadas também as atividades presentes nos livros, com exceção daquelas presentes em boxes explicativos, de experimentos, etc. O número total de questões é mostrado no Gráfico 3.

A média de questões presentes nos livros do PNLD 2021 (33,2) é um pouco menor que a média encontrada nos livros do PNLD anterior (40,5) e ambas são significativamente menores (aproximadamente um quinto) que o número de atividades encontradas no L9.

Em relação aos números total e relativo de questões oriundas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ou de vestibulares e de atividades resolvidas, os mesmos podem ser encontrados na Tabela 3.

Depreende-se dos dados na tabela que houve uma redução da proporção de questões obtidas de ENEM/Vestibulares nos livros atuais em relação aos antigos, uma vez que as médias das porcentagens de tais questões foram iguais a 24,1% e 79,3%, respectivamente.

Tabela 3: Número total e relativo das questões que já estão resolvidas ou que foram obtidas do ENEM ou de vestibulares.

Livro	ENEM/Vestibulares		Resolvidas		Total
L1	6	28,6%	0	0%	21
L2	6	18,8%	0	0%	32
L3	3	14,3%	0	0%	21
L4	14	38,9%	0	0%	36
L5	16	29,1%	0	0%	55
L6	5	14,7%	1	2,9%	34
L7	28	87,5%	8	25%	32
L8	34	69,4%	0	0%	49
L9	150	81,1%	13	7,0%	185

Fonte: elaborado pelos autores.

Além disso, a presença de questões já resolvidas, que têm o potencial de auxiliar os estudantes na resolução de questões com bastante simbologia matemática, por exemplo, podendo facilitar o entendimento, é quase inexistente nos livros do PNLD 2021.

A redução do número de questões limita o processo de ensino-aprendizagem, em especial ao que se refere à autoavaliação dos discentes e aos recursos que os docentes utilizam em seu planejamento e em sua prática. Em relação ao primeiro aspecto, a diminuição do número de questões resolvidas também afeta negativamente, uma vez que estas podem ajudar no entendimento do processo de resolução das questões.

No tocante às questões de ENEM e de vestibulares, a sua redução pode ser encarada de múltiplas perspectivas. Ao mesmo tempo que é bem verdade que o ensino e os livros didáticos não devem estar centradas na preparação para exames e sim no desenvolvimento da pessoa humana, o preparo desta para o exercício da cidadania, assim como a qualificação para o trabalho (BRASIL, 2016), a preparação para as referidas provas é considerado fundamental para os alunos do Ensino Médio e para sua ascensão ao Ensino Superior.

As questões foram, em seguida, categorizadas quanto ao conteúdo presente neles: reações de oxirredução, pilhas e eletrólise. Essa categorização foi realizada por exclusão, já que para se compreender as pilhas e potenciais de célula são necessários conhecimentos das reações de oxirredução e que ambos são necessários ao entendimento da eletrólise.

Foram classificadas como questões de eletrólise todas aquelas que apresentassem conteúdos específicos dela, assim como as relacionadas ao processo de produção, uso ou reciclagem do alumínio ou relacionadas à galvanização realizadas através de eletrólise. Após a classificação dessas, as questões que necessitassem de conhecimentos de pilhas/potenciais de células para sua resolução foram categorizadas como tal. Por fim, as questões restantes foram classificadas como sendo de oxirredução/corrosão. Os resultados dessa análise encontram-se na Tabela 4.

As médias das porcentagens de questões de oxirredução, pilhas e eletrólise foram, respectivamente, 30,0%, 51,6% e 18,5% para os livros do novo PNLD e 16,3%, 55,9% e 27,8% para os livros antigos.

Observa-se, portanto, um aumento da proporção de questões de oxirredução/corrosão e uma diminuição da proporção de questões de eletrólise. Merecem destaque os livros L1 e L2 que apresentam somente 0 e 1 questões de eletrólise, respectivamente. O que se observa é que a eletrólise perdeu espaço nos livros didáticos, sendo que em alguns livros quase não há questões desse conteúdo.

Tabela 4: Classificação das questões por conteúdo.

Livro	Reações de oxirredução/corrosão		Pilhas/Potenciais de célula		Eletrolise		Total
L1	6	28,6%	15	71,4%	0	0%	21
L2	13	40,6%	18	56,3%	1	3,1%	32
L3	2	9,5%	14	66,7%	5	23,8%	21
L4	9	25,0%	17	47,2%	10	27,8%	36
L5	24	43,6%	18	32,7%	13	23,6%	55
L6	11	32,4%	12	35,3%	11	32,4%	34
L7	2	6,3%	17	53,1%	13	40,6%	32
L8	10	20,4%	35	71,4%	4	8,2%	49
L9	41	22,2%	80	43,2%	64	34,6%	185

Fonte: elaborado pelos autores.

As questões também foram classificadas em tipo de pergunta e resposta. Em relação ao tipo de pergunta, as questões foram categorizadas em discursivas ou objetivas, sendo as objetivas aquelas em que se marca uma resposta entre as opções apresentadas ou exigem somente o julgamento dos itens como certos ou errados, verdadeiros ou falsos. Os resultados relacionados a esse quesito encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5: Classificação das questões por tipo de pergunta.

Livro	Discursiva		Objetiva		Total
L1	15	71,4%	6	28,6%	21
L2	23	71,9%	9	28,1%	32
L3	18	85,7%	3	14,3%	21
L4	18	50,0%	18	50,0%	36
L5	41	74,5%	14	25,5%	55
L6	29	85,3%	5	14,7%	34
L7	14	43,8%	18	56,3%	32
L8	23	46,9%	26	53,1%	49
L9	73	39,5%	112	60,5%	185

Fonte: elaborado pelos autores.

Questões discursivas tendem a exigir maior compreensão dos fenômenos, abstração e mesmo habilidades de escrita propriamente ditas. Entretanto, Krüger e Pinheiro (2013) analisaram a aceitação de questões objetivas e discursivas por alunos de química no Ensino Médio e identificaram a preferência dos mesmos pelas questões objetivas, o que levou as autoras a concluir que esta realidade estaria relacionada às dificuldades de interpretação dos enunciados das discursivas.

Em relação ao tipo de resposta, as questões foram classificadas como: enfoque qualitativo, enfoque quantitativo ou qualitativa e quantitativa, quando ambos os enfoques estão presentes. A simples presença de números ou equações matemáticas não foi critério, no âmbito deste trabalho, para que a questão fosse considerada quantitativa, uma vez que a presença de números em fórmulas moleculares ou unitárias não torna as questões que as peçam quantitativas. Além disso, as questões que pedissem equações químicas, com exceção daquelas que dessem ênfase aos coeficientes estequiométricos ou pedissem balanceamento, foram consideradas qualitativas. Os resultados encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6: Classificação das questões por tipo de resposta.

Livro	Qualitativa		Quantitativa		Qualitativa e Quantitativa		Total
L1	17	81,0%	0	0%	4	19,0%	21
L2	16	50,0%	5	15,6%	11	34,4%	32
L3	17	81,0%	0	0%	4	19,0%	21
L4	20	55,6%	7	19,4%	9	25,0%	36
L5	40	72,7%	2	3,6%	13	23,6%	55
L6	17	50,0%	3	8,8%	14	41,2%	34
L7	19	59,4%	5	15,6%	8	25,0%	32
L8	26	53,1%	3	6,1%	20	40,8%	49
L9	73	39,5%	58	31,4%	54	29,2%	185

Fonte: elaborado pelos autores.

Os valores relativos médios de questões qualitativas, quantitativas ou qualitativas e quantitativas são 65,1%, 7,9% e 27,0% para os livros do PNLD atual e 50,7%, 17,7% e 31,7% para os demais livros. Percebe-se, portanto, um aumento do número de questões qualitativas e uma diminuição do número de itens quantitativos.

Também foram investigados a interdisciplinaridade e os recursos visuais presentes nas atividades. Para que uma questão fosse considerada interdisciplinar, no âmbito deste trabalho, ela deveria apresentar a necessidade de conhecimentos de outras áreas (principalmente física e biologia) para a resolução da questão, estando esses conhecimentos expostos ou não no enunciado. Esse aspecto não foi avaliado no livro L9 em decorrência de ser um livro mais antigo e por possuir um número grande de questões. Em relação aos recursos visuais, foram considerados somente imagens/ilustrações, esquemas, gráficos e tabelas.

O número de questões que apresentaram cada um desses dois aspectos encontra-se na Tabela 7. Exemplos de questões interdisciplinares encontradas nos livros analisados podem ser encontradas como anexo deste trabalho.

Verifica-se, a partir dos números da tabela que, embora se tenha a presença de questões interdisciplinares nos livros do PNLD atual e nos livros antigos, elas ainda constituem uma quantidade incipiente do total de questões.

A BNCC na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) "[...] propõe ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais" construídas nas etapas anteriores do ensino, o que:

"[...] significa [...] focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos estudantes a apropriação de conceitos, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza [...], criar condições para que eles possam explorar os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes apropriar-se dessas linguagens específicas" (BRASIL, 2018a, p. 537).

Ao tratar das propostas e objetivos e trazer competências e habilidades para a área de CNT e não para as disciplinas isoladas, a BNCC indica uma visão desfragmentada da área, propondo um diálogo entre os componentes curriculares, neste caso biologia, física e química, a partir da interdisciplinaridade presente. A pequena quantidade de questões com a abordagem

interdisciplinar, no entanto, demonstra o baixo incentivo às práticas interdisciplinares no processo de ensino e aprendizagem. É possível inferir, portanto, que somente a união dos componentes num único livro presente nas coleções do Objeto 2 do PNLD 2021, a partir das questões, não consegue promover uma proposta interdisciplinar expressiva para a área em estudo.

Tabela 7: Número total e relativo das questões interdisciplinares ou que apresentem recursos visuais (ilustrações, esquemas, gráficos) em seu enunciado.

Livro	Questões interdisciplinares		Questões com recursos visuais		Total
L1	0	0%	3	14,3%	21
L2	2	6,3%	9	28,1%	32
L3	0	0%	2	9,5%	21
L4	2	5,6%	9	27,3%	36
L5	2	3,6%	9	16,4%	55
L6	1	2,9%	16	47,1%	34
L7	1	3,1%	7	21,9%	32
L8	0	0%	19	38,8%	49
L9	-	-	48	25,9%	185

Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação aos recursos visuais, a média do número relativo de questões que as apresentavam nos livros atuais (23,8%) é pouco menor que a dos livros antigos (28,9%). Além disso, com exceção do livro L6, nenhum dos livros recentes apresenta mais que 30% de presença de recursos visuais nas questões.

Os recursos visuais nas questões tem o potencial de facilitar a compreensão, a abstração e a aprendizagem, além de tornar as atividades mais atraentes visualmente, o que pode motivar o estudante a ter interesse em respondê-las, além de facilitar a abstração das questões, especialmente aquelas em que está presente mais de um nível de representação (microscópico, macroscópico e simbólico-matemático).

5 CONCLUSÃO

É possível concluir, a partir dos dados obtidos, que os capítulos que apresentam o conteúdo de eletroquímica nos livros didáticos do Objeto 2 do Programa Nacional do Livro e Material Didático – PNLD 2021 – sofreram redução das dimensões (número de páginas) e, provavelmente em decorrência disso, do número de atividades experimentais e de questões propostas. Considerando que os livros apresentam certa uniformidade, tanto de diagramação quanto de estrutura, ao longo de todos os capítulos, é possível inferir que esse padrão de redução se encontra presente não apenas nos capítulos do referido conteúdo, mas nos livros por completo.

A redução do número de páginas reflete na redução do conteúdo, de contextualizações, exemplificações e, em especial, das atividades experimentais propostas e das atividades, conforme verificado nos dados obtidos.

Em relação às atividades, observou-se um aumento da proporção de questões discursivas e que apresentem enfoque qualitativo, uma diminuição da proporção das questões resolvidas, das oriundas de ENEM e de vestibulares e das relativas ao conteúdo de eletrólise. A presença de recursos visuais nelas manteve-se nos livros do PNLD atual em proporções semelhantes aos de livros de programas anteriores, apresentando, no entanto, uma baixa proporção de tais recursos nas questões. Além disso, a interdisciplinaridade ainda se restringe a poucas questões. Nos "resultados e discussão" deste artigo encontram-se dados detalhados

de cada livro, que podem ser utilizados por docentes na avaliação de qual dos livros se adequa melhor às suas necessidades.

Particularmente, em relação à interdisciplinaridade, os dados mostram que, embora ela esteja presente em algumas questões, o número de atividades interdisciplinares é pequeno, o que vai de encontro à proposta de livros conjuntos das disciplinas de Ciências da Natureza unidas através de temas centrais. Os conhecimentos das diferentes disciplinas são de fato distribuídos nos 6 livros de cada coleção e unidos por temáticas relevantes, porém, pelo menos nas questões, sem a união concreta das disciplinas na explicação de fenômenos. Aparentemente, a área de Ciências da Natureza ainda se encontra fragmentada nas coleções.

O tema dos livros didáticos é muito importante na pesquisa em educação e trabalhos futuros podem ser desenvolvidos visando comparar os livros numa perspectiva mais ampla, caracterizar os novos livros didáticos em mais aspectos, verificar a influência de novos documentos legais e curriculares, como a Reforma do Ensino Médio e a BNCC, nos livros didáticos e no ensino como um todo, entre outras possibilidades/necessidades.

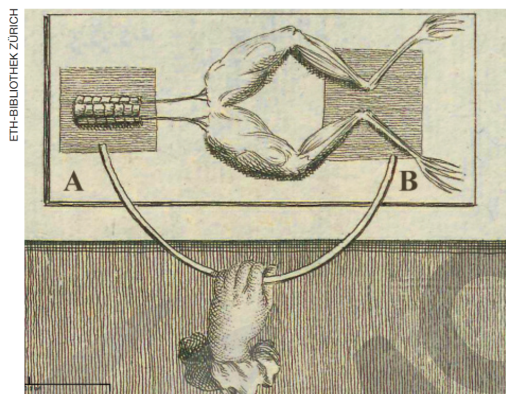
REFERÊNCIAS

- ALVES, J. Q.; MARTINS, T. J.; ANDRADE, J. J. Documentos normativos e orientadores da Educação Básica: a nova BNCC e o ensino de química. **Currículo sem Fronteiras**, v. 21, n. 1, p. 241-268, 2021.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R.; FERRARO, N. G.; PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A.; SOARES, J.; CANTO, E. L.; LEITE, L. C. C. **Moderna Plus: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
- ARTUSO, A. R.; DE MARTINO, L. H.; COSTA, H. V.; LIMA, L. Livro didático de física – quais características os estudantes mais valorizam? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, 2019.
- 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 (2007)**. 2010. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016
- BRASIL. **Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017**. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Brasília: Presidência da República, 2017a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9099.htm>. Acesso em: 31/01/2022.
- BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: Presidência da República, 2017b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm>. Acesso em: 31/01/2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Ensino Médio. Brasília, 2018a.
- BRASIL. **LDB: Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. 2. ed. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2018b.
- CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 549-566, 2004.
- CONIF. **NOTA TÉCNICA SOBRE O PNLD 2021**. Conif, 03 ago. 2021. Disponível em: <<https://portal.conif.org.br/br/component/content/article/84-ultimas-noticias/4309-nota-tecnica-sobre-o-pnld-2021%3FItemid%3D609>>. Acesso em: 16/12/2021.
- COPATTI, C.; ANDREIS, A. M. A Política Nacional do Livro Didático na atualidade: algumas mudanças a partir do decreto 9.099 de 2017. In: Seminário Nacional de Pesquisa em Educação, 3, 2020, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPel, 2020.
- EDITORA MODERNA (org.). **Diálogo: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
- EMMEL, R.; ARAÚJO, M. C. P. A pesquisa sobre o livro didático no Brasil: contexto, caracterização e referenciais de análise no período 1999-2010. In: **IX ANPED SUL**, Caxias do Sul/RS, 2012. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/view/2938/569>>. Acesso em: 31/01/2022.

- FELTRE, R. **Química**. 7. ed. São Paulo: Moderna, 2008. v. 2.
- FERNANDES, L. dos S.; CAMPOS, A. F. Análise das questões sobre radioatividade no Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.13, n. 25, p. 62-74, 2016.
- FERREIRA, A. S.; GONÇALVES, A. M.; SALGADO, J. T. S. Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 4, p. 1707-1720, 2021.
- FONSECA, M.R.M. **Química: ensino médio**. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. v. 2.
- FONTES, A. M.; LOURENÇO, M. F. P.; MESSEDER, J. C. A representação experimental da pilha de Daniell nos livros didáticos: um erro questionado. In.: **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI)**, Salvador/Ba, 2012.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- GODOY, L.P.; AGNOLO, R.M.D.; MELO, W.C. **Multiversos: Ciências da Natureza**. 1. ed. São Paulo: Editora FTD, 2020.
- 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.
- JUSTO, V. A. **A abordagem de ensino por investigação nas atividades experimentais de eletroquímica dos livros didáticos do PNLD 2015**. 2016. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização ENCI-UAB), CECIMIG, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.
- KRÜGER, C.; PINHEIRO, S. R. **Aplicação de Questões Objetivas e Discursivas em Avaliação da Disciplina de Química no Ensino Médio – Um Estudo de Caso**. 2013. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Química – Bacharelado em Química /Licenciatura em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.
- LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, a. 16, n. 69, p. 3-9, 1996.
- LEAL, C. A. Uma breve análise do Objeto 2 do PNLD 2021 no itinerário “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”: o que cabe ao ensino de biologia? In: **Encontro Estadual de Didática e Práticas de Ensino (EDIPE)**, 9, 2021, Goiânia. Anais... Goiânia: CEPED, 2021.
- LEITE, M. B. **Abordagem contextualizada e interdisciplinar nos capítulos de equilíbrio químico e eletroquímica em livros didáticos de química aprovados pelo PNLD/2008/2012/2015/2018**. 2020. 350 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática), Instituto de Química, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.
- LEITE, M. B.; SOARES, M. H. F. B. Cálculos químicos nos capítulos de solução e estequiometria em livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD/2012/2015. **Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química - ReLAPEQ**, v. 2, n. 1, p. 41-60, 2018.
- LIMA, M. E. C. C.; SILVA, P. S. Critérios que professores de química apontam como orientadores da escolha do livro didático. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 2, p.121-136, 2010.
- LOGUERCIO, R. Q.; SAMRSLA, V. E. E.; DEL PINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de Química. **Química Nova**, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.
- LOPES, S.; ROSSO, S. **Ciências da Natureza: Lopes & Rosso**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
- MAIA, J. O.; VILLANI, A. A relação de professores de Química com o livro didático e o caderno do professor. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 1, p. 121-146, 2016.

- MAIA, J. O.; SÁ, L. P.; MASSENA, E. P.; WARTHA, E. J. O livro didático de química nas concepções de professores do Ensino Médio da região sul da Bahia. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 2, p. 115-124, 2011.
- MARTINS, A. N. A.; LEITE, C. P.; MARTINS, J. J. A.; SILVA, G. N.; ARAÚJO, G. T. 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. 3135, dez, 2014.
- MEDEIROS, J. C. **Análise das atividades experimentais nos livros didáticos de química para o conteúdo de eletroquímica**. 2017. 38 f. Monografia (Licenciatura em Química), Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.
- MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.
- MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, v. 7, n. 40, p. 24-41, 1988.
- MORTIMER, E. F. (org.). **Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar**. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2020.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A. H. **Química: ensino médio**. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016. v. 2.
- PITANGA, . F.; SANTOS, H. B.; GUEDES, J. T.; FERREIRA, W. M.; SANTOS, L. D. História da ciência nos livros didáticos de química: eletroquímica como objeto de investigação. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 1, p. 11-17, 2014.
- RODRIGUES, L. Z. As pesquisas sobre livros didáticos: uma análise de periódicos da área de educação em ciências. In: **XANPED SUL**, Florianópolis/SC, 2014. Disponível em: <http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/2101-0.pdf>. Acesso em: 31/01/2022.
- SANTOS, M. C. G.; BALDAQUIM, M. J.; VIDA LEAL, L. P. Analisando a temática experimentação no ensino de Química no conteúdo de eletroquímica dos livros didáticos aprovados no PNLD 2015. **ACTIO**, v. 3, n. 1, p. 205-223, 2018.
- SANTOS, W. L. P.; CARNEIRO, M. H. S. Livro didático de ciências: fonte de informação ou apostila de exercícios? **Contexto e Educação**, a. 21, n. 76, p. 201-222, 2006.
- TAHA, M.S.; LOPES, C.S.C.; SOARES, E.L.; FOLMER, V. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p.138-154, 2016.
- THOMPSON, M.; RIOS, E. P.; SPINELLI, W.; REIS, H.; SANT'ANNA, B.; NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. **Conexões: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.
- VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no Ensino Fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.
- VAZ, W. F.; BISPO, N. R. Ensino de química e letramento científico: análise dos livros didáticos do PNLD. **Revista de Ciências da Educação**, a. 22, n. 46, p. 161-181, 2020.

5. A imagem a seguir é uma reprodução do experimento do médico italiano Luigi Galvani (1737-1798) publicada em 1792. Placas de metais diferentes (A e B), em contato com as pernas de uma rã e conectadas por um fio condutor, provocavam contrações nos músculos do animal em razão da passagem de corrente elétrica.

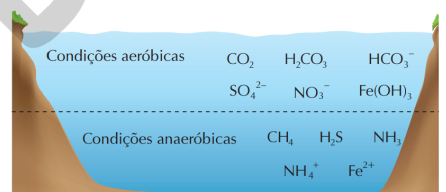


A primeira lei de Ohm afirma que corrente e tensão elétrica são grandezas diretamente proporcionais. Com base nisso, determine com qual dos pares de eletrodos a seguir seria possível conseguir, em tese, maior intensidade na contração das pernas do animal.

- (a) a) Ni/Cu c) Al/Cu e) Zn/Cu
b) Fe/Cu d) Sn/Cu

8. Nos sistemas aquáticos, uma diversidade de reações de oxirredução tem grande importância para a manutenção da vida. Entre os gases dissolvidos na água, o O_2 é um dos mais importantes. Normalmente, o gás oxigênio dissolvido (OD) é proveniente da atmosfera e do processo de fotossíntese. No entanto, há muitos fatores que contribuem para sua diminuição, entre eles a respiração celular e a decomposição da matéria orgânica (MO) presente nesses ecossistemas. A maior parte da MO tem origem biológica (plantas mortas e restos de animais), e sua composição apresenta essencialmente os elementos químicos C, H, O, N, P e S. A oxidação da MO tem como produtos principais a água e o dióxido de carbono.

A ilustração a seguir representa um lago e as espécies químicas inorgânicas nele presentes, de acordo com as condições do meio.



(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte consultada: BAIRD, C. *Environmental chemistry*. Nova York: W. H. Freeman and Company, 1995.

- a) Explique por que o aumento da MO diminui o valor de OD e qual é a consequência da diminuição de OD para os organismos aeróbicos.
b) Em quais condições (aeróbicas ou anaeróbicas) estão presentes as espécies de carbono, nitrogênio, enxofre e ferro mais oxidadas, ou seja, com maior número de oxidação? Proponha uma explicação para sua resposta.

Imagem 3. Questões obtidas do livro L2 que fazem interdisciplinaridade (a) com a física (Leis de Ohm) e (b) com a biologia (processos biológicos de oxidação).

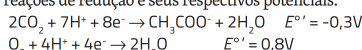
7. (Enem/MEC)
TEXTO I

Biocélulas combustíveis são uma alternativa tecnológica para substituição das baterias convencionais. Em uma biocélula microbiológica, bactérias catalisam reações de oxidação de substratos orgânicos. Liberam elétrons produzidos na respiração celular para um eletrodo, onde fluem por um circuito externo até o cátodo do sistema, produzindo corrente elétrica. Uma reação típica que ocorre em biocélulas microbiológicas utiliza o acetato como substrato.

AQUINO NETO, S. *Preparação e caracterização de bioanodos para biocélula a combustível etanol/O2*. Tese de Doutorado (Química) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP, Ribeirão Preto, 19 set. 2012. Disponível em: www.teses.usp.br. Acesso em: 23 jun. 2015 (adaptado).

TEXTO II

Em sistemas bioeletroquímicos, os potenciais padrão (E°) apresentam valores característicos. Para as biocélulas de acetato, considere as seguintes semirreações de redução e seus respectivos potenciais:



SCOTT, K.; YU, E. H. *Microbial electrochemical and fuel cells: fundamentals and applications*. Woodhead Publishing Series in Energy, n. 88, 2016 (adaptado).

Nessas condições, qual é o número mínimo de biocélulas de acetato, ligadas em série, necessárias para se obter uma diferença de potencial de 4,4 V? Alternativa b.

- a) 3 b) 4 c) 6 d) 9 e) 15

Imagem 4. Questão que faz interdisciplinaridade com a física (células em série) obtida do livro L6 (essa mesma questão também está presente no livro L4)