

O livro didático de ciências da natureza: o conteúdo de eletroquímica e a interdisciplinaridade

Rafaela Alexandra da Silva¹, Fernando Aparecido de Moraes², Wesley Fernandes Vaz³

¹Mestra em Química pela Universidade Federal de Jataí

²Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Goiás
Professor da Universidade Federal de Jataí (UFJ/Brasil)

³Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás
Professor da Universidade Federal de Jataí (UFJ/Brasil)



History of Science, training and teaching practice: a look at chemistry teachers

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Ciências da natureza e suas tecnologias; Interdisciplinaridade; Livros didáticos; Química.

Key words:

Nature sciences and their technologies; Interdisciplinarity; Textbooks; Chemistry.

E-mail: rafaalexsandras@gmail.com



ABSTRACT

The aim of this article, an excerpt from a master's degree research, is to discuss the interdisciplinary approach in Natural Sciences textbooks and their Technologies (CNT) from the 2021 National Book and Teaching Material Program (PNLD), based on chemical contents of electrochemistry. For that, we opted for qualitative research focusing on bibliographic and documentary review. The results demonstrated that only two of the seven collections obtained an approach that came closest to the interdisciplinary perspective. Three collections did not move beyond the multi or pluridisciplinary perspective and the other two did not achieve any type of interaction or integration. In this way, we infer, through the analyzed data and the theoretical contribution, that in many cases interdisciplinarity is used in a confusing, hasty and imprecise manner because, in addition to the urgency of its use, several authors, researchers and teachers do not really know what interdisciplinarity is and how it occurs.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a educação brasileira tem passado por reformas educacionais. Entre as mudanças, podemos destacar as alterações da Lei de Diretrizes da Educação Básica (LDB), que estabeleceram a reforma do Ensino Médio (BRASIL, 1996) e a aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A partir dessas modificações na educação básica, houve uma reforma curricular no Brasil, na qual o currículo passou a ser dividido na formação geral básica, que é a BNCC e em itinerários formativos. Com isso, as disciplinas de biologia, física e química englobaram os seus conhecimentos na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), que devem ser trabalhados de forma interdisciplinar (BRASIL, 2017). A partir dessa modificação houve também mudanças nos livros didáticos (LD) aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2021, que foram implementados em 2022.

Nesse contexto, Liotti e Pazos (2018) reforçam que trabalhar a interdisciplinaridade no conteúdo de química pode facilitar o ensino e a aprendizagem. Além disso, o LD é considerado o

principal elemento de fonte científica que contribui para a transposição e construção do conhecimento escolar.

Para isso, entre os diversos temas que podem ser abordados nos LD na área de CNT, o conteúdo de eletroquímica possibilita envolver diversas áreas e permite que os alunos façam conexão com o mundo real ao envolver uma extensa aplicabilidade nos metais, na eletricidade, nas pilhas e baterias etc. Além do mais, esses materiais também apresentam impactos ambientais (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000).

Assim, o artigo apresenta o seguinte questionamento: Com as alterações apresentadas no ensino médio, os LD de CNT aprovados no PNLD de 2021 conseguem, realmente, apresentar em suas obras didáticas uma abordagem interdisciplinar para o conteúdo de eletroquímica? O artigo discute o questionamento por meio do aporte teórico e da análise dos LD de CNT do PNLD de 2021.

O Livro Didático e a Interdisciplinaridade

O PNLD de 2021 também passou por modificações e, a partir deste, os LD têm sido produzidos e avaliados de acordo com a área de conhecimento. Neste contexto, Caimi (2018) relata que, ao exigir que o LD contemple a BNCC, não há mais a ideia de oferecer abordagens de diferentes matrizes do conhecimento, visto que já existe um currículo preestabelecido. O LD vinculado à BNCC o transforma em um currículo editado e prescrito, subsidiando as avaliações de larga escala, os exames que são padronizados, além do ranking de rendimento dos estudantes.

O edital do PNLD 2021 descreve que a obra destinada ao professor precisa auxiliá-lo e estimulá-lo a enfrentar o desafio de trabalhar em uma área de conhecimento a partir dos aspectos interdisciplinares que integram as áreas. Portanto, os LD selecionados devem estar bem articulados, de acordo com cada disciplina, dentro de sua respectiva área, visto que é desta forma que ele contribuirá para o ensino e a aprendizagem (BRASIL, 2019).

Todavia, em relação à interdisciplinaridade e aos LD, Cavalcante, Pinho e Andrade (2015) relatam que, apesar de os LD terem melhorado nos últimos anos em relação à coerência, aos conteúdos, textos e às imagens, estes ainda não reconhecem realmente a interdisciplinaridade neles. Para os autores, isso ocorre pela falta de uma definição que seja mais consensual e, em diversos casos, acaba dificultando ainda mais a inclusão da proposta interdisciplinar no contexto escolar.

A Interdisciplinaridade e o Ensino de Química

Stumpf (2020) salienta que o conceito de interdisciplinaridade não está findado. Para Feitosa (2019), a interdisciplinaridade é um termo polissêmico, e Pombo (2008) complementa que se trata de uma palavra gasta, muito ampla, e que não há estabilidade. Segundo Fazenda (2011a), apesar dos anos pesquisando sobre a temática, a interdisciplinaridade precisa de um tempo para ser compreendida e também exercida. Assim, ela ainda vem se constituindo como uma necessidade perante a realidade em que vivemos. Com isso, Pombo (2005) ressalta que, apesar de acreditar que ninguém sabe, de fato, o que é ou como se faz a interdisciplinaridade, tem-se a perspectiva de romper esse caráter estanque que as disciplinas possuem. Diante dos relatos dos autores, concordamos com Pombo (2005) de que esta é uma das características fortes da interdisciplinaridade.

Dessa maneira, Lenoir (2005) trata a interdisciplinaridade em lógicas distintas, como numa lógica do sentido e lógica da funcionalidade. A interdisciplinaridade da lógica do sentido, conforme Lenoir (2005), busca uma abordagem epistemológica e acadêmica, voltada para uma pesquisa conceitual crítica e reflexiva que unifique as ciências e a unidade do saber. Tem origem francesa, na qual se analisa essa aquisição do saber científico, preocupando-se principalmente com a “pesquisa do sentido e da conceitualização, em que a relação com o saber disciplinar está no centro do

processo interdisciplinar” (LEITE, 2020, p. 51), ou seja, a interdisciplinaridade fica em função desse saber acadêmico e científico (LEITE, 2020).

A interdisciplinaridade da lógica da funcionalidade, por outro lado, procura uma abordagem instrumental que foque em respostas operacionais às questões tecnológicas ou sociais (LENOIR, 2005). Assim, a lógica da funcionalidade é de ordem operatória, instrumental e metodológica.

Desse modo, enquanto na França educar é instruir e dar sentido ao conhecimento por meio da aquisição do saber acadêmico, nos Estados Unidos educar é igual a instrumentalizar num duplo sentido, o da prática e o das relações humanas e sociais, ou seja, o saber não é a questão central. A questão central é adquirir habilidades instrumentais para intervir no mundo, de forma que a interdisciplinaridade não é o primeiro plano (LENOIR, 2005).

Em relação a essa perspectiva instrumental, é importante mencionarmos Etges (2000), que informa que a ciência não passa de um instrumento. A ciência se reduz apenas a ver como funciona, e nada mais, visando apenas interesses imediatos e práticos: “é equivocada, pois não atenta nem à estrutura do saber nem se funda numa ética objetiva” (ETGES, 2000, p. 68). Por isso, o intuito é destacar problemas pontuais, sem nenhum aprofundamento crítico, social ou político – que é o que deveria ocorrer na interdisciplinaridade e, quando pensamos nisso, concordamos que essa perspectiva é insuficiente se pensarmos na perspectiva crítica – que é de fato como a interdisciplinaridade deveria acontecer. Conforme Fazenda (2011a), é uma questão que também envolve e busca trabalhar a realidade social do estudante para uma formação mais crítica e reflexiva dele como cidadão, trazendo questões sociais para o contexto educacional.

Diante dessas questões, Follari (2000) acredita que, para entender e formar os estudantes numa perspectiva interdisciplinar, é necessário estudar antes a própria disciplina. Por isso, no contexto acadêmico, apenas nos últimos anos é plausível trabalhar a interdisciplinaridade com os estudantes, pois, nos primeiros, o máximo que se pode ter é a abordagem pluridisciplinar. Já para Fazenda (2011b), introduzir a interdisciplinaridade implica uma profunda transformação em uma nova formação de professores e também em uma nova forma de ensinar.

Fazenda (2012) afirma que é preciso uma estrutura que seja dialética, que não seja linear e muito menos hierarquizada, e, neste viés, os professores não devem se reduzir em saberes disciplinares. Thiesen (2008) reitera que o ensino numa perspectiva interdisciplinar aproxima o aluno de sua realidade, abre possibilidades de facilitar a relação da teoria e prática, auxilia na compreensão de conceitos complexos e dá mais significado aos conteúdos de aprendizagem. Também contribui para que o aluno tenha uma formação mais criativa, crítica e responsável, porque o ensino, nesta perspectiva, é contrário ao enquadramento conceitual e necessita romper as fronteiras do conhecimento.

Destarte, concordamos com os autores quando eles afirmam que a interdisciplinaridade é polissêmica, e que, apesar de ter sido estudada e trabalhada por anos, ainda não está presente, de fato, no ambiente escolar, por motivos que foram permeados. Mas assim como Leite (2020) relata e também defendemos, apesar dos problemas apresentados, o ensino baseado na interdisciplinaridade tem a competência de transcender os limites que as disciplinas possuem, além de perceber, analisar e solucionar problemas novos a partir do conhecimento científico já produzido e modificado.

Em relação ao ensino de química, Abreu e Lopes (2010) relatam que a interdisciplinaridade pode deixá-lo mais significado para o estudante quando se engloba uma concepção mais problematizadora, contextualizada e que integre diferentes áreas de conhecimento.

Nesse sentido, espera-se que o professor de química, ao adotar uma perspectiva interdisciplinar, por exemplo, possa introduzir o conceito de eletroquímica e conectar as características naturais, como a corrosão de metais e a fotossíntese, que envolvem reações de

oxirredução. E, ainda, incluem as tecnologias dos carros elétricos e o sistema de energia renovável que dependem da eletroquímica.

O professor de física pode explorar a relação da eletroquímica com os conceitos de energia e eletricidade, explicando, por exemplo, as leis de Faraday da eletrólise e como ocorre a conversão de energia química em energia elétrica em células eletroquímicas. Ele também pode conectar os conceitos de corrente elétrica e potencial elétrico, mostrando o funcionamento de uma pilha e suas aplicações no cotidiano.

Na biologia, o professor pode explicar os processos bioquímicos fundamentais, como respiração celular, fotossíntese, transmissão nervosa e mecanismos de defesa biológica. Esses processos envolvem reações de oxirredução e gradientes eletroquímicos, que são centrais para o funcionamento dos sistemas biológicos. Também pode explorar a problemática social e ambiental dos descartes de pilhas e baterias no lixo comum e os impactos no meio ambiente.

Já o professor de matemática pode desenvolver com os alunos as equações matemáticas da relação entre corrente elétrica, carga e da lei de Faraday, e a relação com outros conceitos, como a força eletromotriz. Também pode explorar o custo, a sustentabilidade das baterias e o impacto econômico do avanço nas tecnologias de armazenamento de energia, com as baterias recarregáveis.

O professor de história pode explorar a história de eletroquímica, abordando cientistas, como Alessandro Volta, Luigi Galvani e Michael Faraday. Ele, ainda, pode descrever como essas descobertas contribuíram para as revoluções tecnológicas, desde a Revolução Industrial até as tecnologias modernas. Enquanto isso, o professor geografia pode analisar a extração de metais como o alumínio via eletrólise e discutir o impacto da mineração no meio ambiente e nas economias regionais.

Essas abordagens interdisciplinares, que podem estar presentes nos LD, ajudam a contextualizar a eletroquímica, mostrando como ela está presente em diversas áreas, e permitem que os alunos façam conexões com o mundo real. Além disso, promovem uma visão mais crítica sobre os desafios e as oportunidades relacionadas ao uso de tecnologias eletroquímicas na atualidade.

APORTE METODOLÓGICO

Optamos por uma pesquisa de caráter qualitativo, com foco na revisão bibliográfica e documental dos LD de CNT aprovados no PNLD de 2021. Para a área de CNT, implementada no objeto 2 (obra por área de conhecimento e obras específicas), foram aprovadas sete coleções de LD, e cada coleção apresenta seis volumes. No total foram 42 LD de CNT no PNLD de 2021, divididos em sete coleções. Dentre as coleções, temos as editoras SM, Scipione, FTD e a Moderna, que possuem quatro coleções, mas com autores distintos.

Para análise das coleções, escolhemos o conceito químico de eletroquímica, por causa, principalmente, de duas vertentes. Primeiro, porque é um conteúdo complexo e, por isso, é um conteúdo que os estudantes têm mais dificuldades de assimilar quando é trabalhado de forma fragmentada e sem articulação com o cotidiano do aluno. Segundo, porque possui diversas possibilidades de ser trabalhado no âmbito interdisciplinar, já que apresenta, além dos conceitos químicos, conceitos físicos, biológicos etc. (BARRETO; BATISTA; CRUZ, 2017).

Para a análise desses LD, inicialmente, analisamos todas as obras didáticas do PNLD que foram aprovadas para uso durante os anos de 2022 a 2024. Posteriormente, foi realizada uma leitura crítica e cuidadosa que investigou os pontos principais em cada obra didática. Por fim, decidimos analisar os LD que abordam o conteúdo químico de eletroquímica nos 10 volumes apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Volumes analisados que apresentam os conceitos de eletroquímica

Código	Volume	Referência
a134	2: energia e ambiente	THOMPSON, M.; SPINELLI, W.; REIS, H.; SANT’ANNA, B.; NOVAIS, V. L. D.; ANTUNES, M. T. Conexões : ciências da natureza e suas tecnologias. 1 ed. v. 2. São Paulo: Moderna, 2020.
b136	4: energia e sociedade: uma reflexão necessária	SANTOS, K. C. Diálogo : ciências da natureza e suas tecnologias. 1 ed. v. 4. São Paulo: Moderna, 2020.
c133	1: evolução e universo	LOPES, S.; ROSSO, S. Ciências da natureza e suas tecnologias . 1 ed. v. 1. São Paulo: Moderna, 2020.
c134	2: energia e consumo sustentável	LOPES, S.; ROSSO, S. Ciências da natureza e suas tecnologias . 1 ed. v. 2. São Paulo: Moderna, 2020.
c138	6: mundo tecnológico e ciências aplicadas	LOPES, S.; ROSSO, S. Ciências da natureza e suas tecnologias . 1 ed. v. 6. São Paulo: Moderna, 2020.
d136	4: materiais e energias: transformações e conservação	MORTIMER, E.; HORTA, A.; MATEUS, A.; PANZERA, A.; GARCIA, E.; PIMENTA, M.; MUNFORD, D.; FRANCO, L.; MATOS, S. Matéria, energia e vida : uma abordagem interdisciplinar. 1 ed. v. 4. São Paulo: Scipione, 2020.
e137	5: ciência e tecnologia	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. v. 5. São Paulo: Moderna, 2020.
f135	3: eletricidade na sociedade e na vida	GODOY, L.; DELL’AGNOLO, R. M.; MELO, W. C. Multiversos : ciências da natureza. 1 ed. v. 3. São Paulo: FTD, 2020.
g134	2: matéria e transformações	MOLINA, M.; OLIVEIRA, V. S.; ZAMBONI, A.; BEZERRA, L. M. Ser protagonista : ciências da natureza e suas tecnologias. 1 ed. v. 2. São Paulo: SM, 2020.
g135	3: energia e transformação	MOLINA, M.; OLIVEIRA, V. S.; ZAMBONI, A.; BEZERRA, L. M. Ser protagonista : ciências da natureza e suas tecnologias. 1 ed. v. 3. São Paulo: SM, 2020.

Fonte: PNLD (2021).

Foram coletados os dados do conceito químico de eletroquímica, a fim de analisar a presença ou ausência da interdisciplinaridade desse conteúdo. Nesta fase, buscamos recortes pontuais dos materiais que representem a ausência ou presença da abordagem interdisciplinar do conteúdo químico, biológico, físico etc., além de identificar como foi realizada essa abordagem (caso tenha ocorrido, de fato) ou se foi apenas uma tentativa.

Para a de análise dos dados coletados, construímos categorias que foram determinadas a posteriori, ou seja, obtidas a partir da análise dos LD. Nesta perspectiva, optamos por categorias que fossem objetivas e que alcançassem o propósito da pesquisa, a fim de investigar se existe a abordagem interdisciplinar no conteúdo de eletroquímica que os autores dos LD de CNT do PNLD de 2021 apresentam em suas obras didáticas. O Quadro 2 apresenta as categorias de análise e inferências.

Quadro 2 - Categorias de análise e inferências

Categoria	Inferência	Descrição
1.Interação entre as disciplinas ou áreas por meio da interdisciplinaridade	Presença da interdisciplinaridade em relação aos conceitos e/ou métodos	Verificar se há abordagem interdisciplinar no ensino de ciências da natureza a partir de interações e integrações do conceito químico de eletroquímica, num diálogo e coordenação com as disciplinas de biologia e física, numa perspectiva acadêmica e instrumental e com as demais áreas da BNCC.

2. Interdisciplinaridade como compreensão do contexto social e ambiental	Abordagem da interdisciplinaridade com as questões sociais e ambientais	Verificar se há interdisciplinaridade abordando a forma que os conhecimentos científicos e tecnológicos de eletroquímica estão relacionados às questões sociais, além de uma abordagem que foca nas questões ambientais em busca de facilitar a compreensão do conhecimento.
3. Interação entre as disciplinas ou áreas por meio da pluri ou multi disciplinaridade	Abordagem multi e, pluri interdisciplinar em relação aos conceitos	Verificar e qualificar que não existe interdisciplinaridade no conteúdo de eletroquímica no LD analisado, mas há interações entre as disciplinas ou áreas na perspectiva da multidisciplinaridade ou pluridisciplinaridade.
4. Ausência da Interdisciplinaridade	Conceito fragmentado	Verificar e qualificar que não existe interdisciplinaridade e nenhum tipo de interação nas disciplinas ou áreas no conteúdo de eletroquímica no LD analisado.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Interação entre as Disciplinas ou Áreas por meio da Interdisciplinaridade

A categoria apresenta a abordagem interdisciplinar do conhecimento de eletroquímica a partir da perspectiva acadêmica e instrumental de Lenoir (2005) e, como compreensão do contexto social e ambiental, com a perspectiva de Fazenda (2008, 2011a, 2011b, 2012).

Primeiro, destacaremos a perspectiva acadêmica e instrumental. Lenoir (2005) salienta que, quando as interações entre os conhecimentos das disciplinas estão no centro do processo interdisciplinar, significa que ocorre interdisciplinaridade numa perspectiva apenas acadêmica. Assim, a ideia central é explicar o conceito de uma disciplina a partir da interação com outras disciplinas, neste caso, a disciplina de química com as demais disciplinas, como a biologia, física, história, geografia etc. Por outro lado, quando a principal intenção é resolver problemas que são mais práticos do dia a dia, sem uma análise mais complexa e crítica e reflexiva, a partir da interação das disciplinas, a interdisciplinaridade ocorre numa perspectiva instrumental.

Na coleção Conexões (LD a134), há alguns fragmentos em relação à perspectiva interdisciplinar que podem ser observados no Quadro 3 e na Figura 1.

Quadro 3 - Trecho do livro didático

Que tipo de **reação química** ocorre em uma pilha ou bateria? Nesses equipamentos, acontecem processos que envolvem a transferência de elétrons, isto é, trata-se de **reações de oxirredução**. Essas reações de oxirredução são espontâneas e, por isso, pilhas e baterias são capazes de gerar **energia elétrica**. [...] quanto maior a “voltagem” requerida para fazer um equipamento funcionar, maior será o número necessário de pilhas unidas dessa forma. Esse tipo de ligação – **a ligação em série** – é semelhante ao empilhamento dos pratos metálicos da pilha de Volta, e a **corrente elétrica** que atravessa todas as pilhas interligadas é a mesma. Nessa montagem da pilha voltaica, para gerar energia elétrica é necessário ter uma espécie química com maior tendência a perder elétrons do que outra (grifos nossos).

Fonte: LD a134, p. 43.

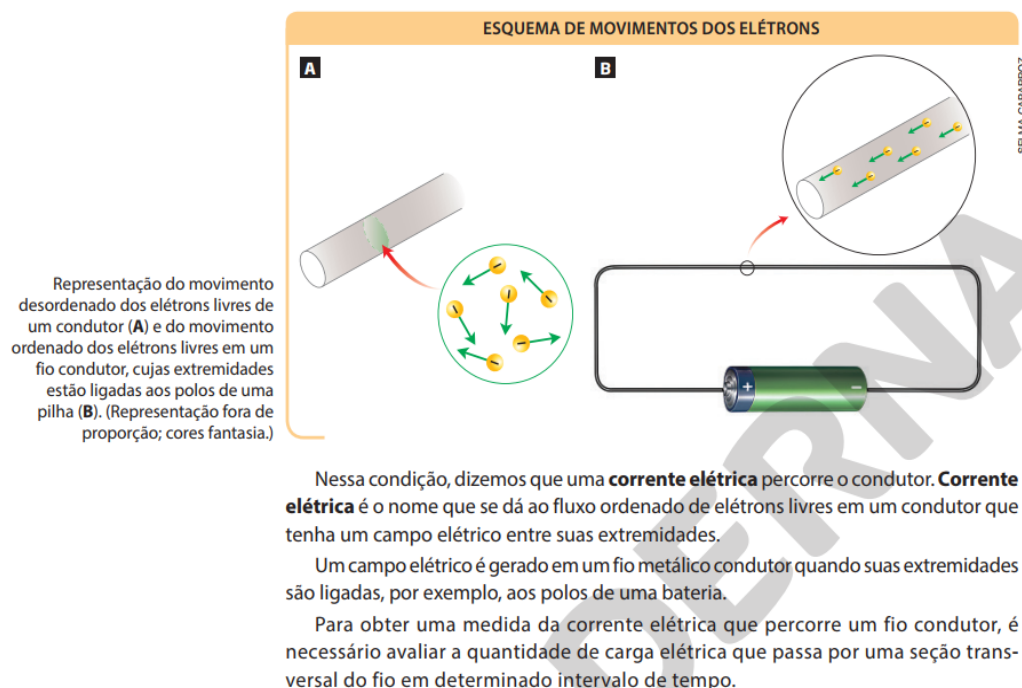


Figura 1 – Esquema de movimentos dos elétrons na pilha.

Fonte: LD a134, p. 18.

No Quadro 3 e na Figura 1 do LD a134, os autores ressaltam as reações de oxirredução nas pilhas e baterias, que é um conceito químico, e associam esse tipo de reação química aos conceitos da física de ligação em série e corrente elétrica. Esses conceitos físicos não são trabalhados a fundo no capítulo e, se fossem vistos de forma isolada, não haveria a possibilidade de interdisciplinaridade com o conteúdo químico de eletroquímica. Entretanto, são conceitos trabalhados profundamente no capítulo de eletricidade, realçando-se sua relação com o conceito químico de pilha e bateria por meio da conceitualização e também de uma atividade prática sobre circuito simples, como descrito no Quadro 4. Além disso, há a criação de uma pilha de limão, que no MP é descrita como uma ideia de se trabalhar interdisciplinarmente com a disciplina de química.

Quadro 4 - Trecho do livro didático

Alguns equipamentos exigem mais de uma **pilha** para funcionar perfeitamente. Nesses casos, as pilhas são **ligadas em série**, e a voltagem fornecida ao equipamento é a soma das voltagens de cada pilha. Na imagem ao lado, se a tensão de cada pilha é 1,5 V, a lâmpada está sendo alimentada por 3,0 V. **Pilhas e baterias** fornecem um tipo de **corrente elétrica** no qual as cargas elétricas fluem pelo condutor em um sentido único. Por isso, esse tipo de corrente elétrica é chamado corrente contínua (grifos nossos).

Fonte: LD a134, p. 22.

Ainda em relação ao LD a134, também pode-se destacar a Figura 2, que apresenta o surgimento da pilha elétrica, ou seja, ela conta a história de como surgiu a pilha, utilizando as disciplinas de química e física como destaques para ocorrer a interdisciplinaridade, a partir dos conhecimentos de pilha e bateria, geradores elétricos etc. Para além da questão histórica da pilha elétrica, também há algumas indagações que poderiam abrir a possibilidade para ocorrer a interdisciplinaridade entre a biologia, física e química, como as questões do texto da Figura 2. Mas é claro que essa perspectiva depende dos professores.

Interligações
Não escreva no l

Como surgiram as pilhas elétricas?

O italiano Luigi Galvani (1737-1798) graduou-se em Medicina e Filosofia pela Universidade de Bolonha, onde também foi professor. Em suas atividades acadêmicas, dividiu-se entre a cirurgia e as pesquisas no campo da **anatomia**, no qual deixou muitas contribuições, como sua publicação sobre a estrutura e funções dos ossos. No entanto, seus estudos de fisiologia do sistema nervoso e muscular, desenvolvidos a partir da década de 1770, acabaram por levá-lo à realização de experimentos relacionados à eletricidade; tais estudos representaram um marco no campo da neurofisiologia.

São particularmente importantes, em relação ao que vamos estudar neste capítulo, as observações que Luigi Galvani realizou por volta de 1780, ao verificar que músculos recém-retirados de uma rã se contraíam quando conectados simultaneamente a dois metais diferentes. Para ele, parecia clara a relação entre a contração muscular e a passagem de corrente elétrica. No entanto, restava uma dúvida quanto à origem da energia elétrica. Inicialmente ele associou a eletricidade aos tecidos vivos, mencionando a existência de “eletricidade animal”; estudos posteriores confirmaram a associação entre a eletricidade e a contração.

1. Explique a ligação histórica entre os estudos de anatomia e a descoberta dos geradores elétricos.
2. Que problema Galvani tentava esclarecer? E Volta?
3. Valendo-se de seus conhecimentos químicos e biológicos, diga de onde provém a capacidade dos seres vivos de conduzir corrente elétrica. Se necessário, pesquise.
4. Conduzir corrente elétrica é o mesmo que gerar corrente elétrica? Explique.

5. No gerador de Volta, a corrente elétrica oscilava e tendia a esgotar-se rapidamente. Então outros pesquisadores tentaram obter uma fonte de energia que mantivesse por mais tempo uma corrente elétrica significativa.
 - Pesquise outro tipo de pilha desenvolvido após o gerador de Volta que solucionou esse problema. Como era a estrutura dessa pilha?
 - Discuta com os colegas a importância da divulgação científica do trabalho dos cientistas.



Figura 2 – Interligações: como surgiram as pilhas elétricas?

Fonte: LD a134, p. 40.

É dessa maneira que salientamos que o fragmento do trecho do LD a134 apresenta, em relação ao conteúdo de eletroquímica, a possibilidade de uma interdisciplinaridade acadêmica. Isso ocorre porque, segundo Lenoir (2005), na interdisciplinaridade acadêmica existe uma síntese conceitual, na qual há uma ideia de unificar o saber científico das disciplinas. Todavia, além dessa perspectiva de interdisciplinaridade, as Figuras 1 e 2, por exemplo, vai além de somente conceituar, por isso tem a possibilidade da interdisciplinaridade instrumental com os demais fragmentos, uma vez que possui uma abordagem que mostra um pouco do cotidiano, mas sem uma criticidade ou um aprofundamento da realidade como Lenoir (2005) aborda.

Contudo, quando pensamos numa perspectiva mais crítica e reflexiva, Etges (2000) informa que, nessa abordagem, o químico age somente como um técnico que segue uma dinâmica de funcionamento de algum mecanismo ou objeto. A ciência serve “apenas de meio para um fim no outro campo. Isto é uma ação puramente instrumental, ou seja, é uma execução meramente técnica” (ETGES, 2000, p. 69). Para o autor, essa execução meramente técnica jamais seria uma abordagem interdisciplinar.

O LD a134 também trabalha numa perspectiva da interdisciplinaridade como compreensão do contexto social e ambiental – a interdisciplinaridade numa perspectiva mais crítica. Portanto, trata-se da interação entre as disciplinas ou áreas diferentes, desde a reconstrução do conhecimento, devido a uma abordagem mais crítica e contextualizada que apresenta a ideia de aproximar o estudante da compreensão da realidade social.

Os trechos do Quadro 5 e da Figura 3, presentes no LD a134, destacam esse contexto da necessidade de ações políticas para a resolução de problemas socioambientais. Apesar do conhecimento científico ser essencial, ele não é suficiente para a apreensão e resolução do problema.

Quadro 5 - Trechos do livro didático

Os perigosos íons de metais pesados: Os sais constituídos por cátions de metais pesados, como cádmio (Cd^{2+}), mercúrio (Hg^{2+}), cobre (Cu^{2+}) e chumbo (Pb^{2+}), presentes em algumas pilhas que vimos anteriormente, são tóxicos porque fazem com que as ligações dissulfeto ($-\text{S}-\text{S}-$) das proteínas se rompam, provocando sua **desnaturação**. A desnaturação de uma proteína é um processo que pode ocorrer quando a proteína tem suas estruturas secundárias, terciárias ou quaternárias alteradas, ou quando as estruturas primárias têm suas ligações peptídicas ($-\text{CO}-\text{NH}-$) rompidas. Nas células vivas, a desnaturação pode ser revertida apenas quando ocorre em pequena extensão (grifos nossos).

Um caso brasileiro: No Brasil, chama a atenção a contaminação por mercúrio na **região amazônica**. Os garimpos, nos quais o ouro é extraído por meio do amálgama de mercúrio, contaminaram as águas e a vegetação da região ao longo das últimas décadas; estima-se que, até os anos 1990, 2 mil toneladas de mercúrio já tinham sido lançadas nos solos, nos rios e na atmosfera da região. O aquecimento do amálgama, feito com maçarico, é uma prática adotada nos garimpos amazônicos para remover o mercúrio da mistura. O vapor de mercúrio liberado contamina o ambiente, convertendo-se parcialmente em um cátion orgânico, o metil mercúrio, $[\text{Hg}(\text{CH}_3)]^+$. Essa espécie química, bastante tóxica, vai se acumulando ao longo da cadeia alimentar (veja o esquema mais adiante). A ingestão de peixes contaminados é a principal causa de intoxicação por mercúrio da população ribeirinha dessa região, o que inclui populações indígenas (grifo nosso).

Fonte: LD a134, p. 56.

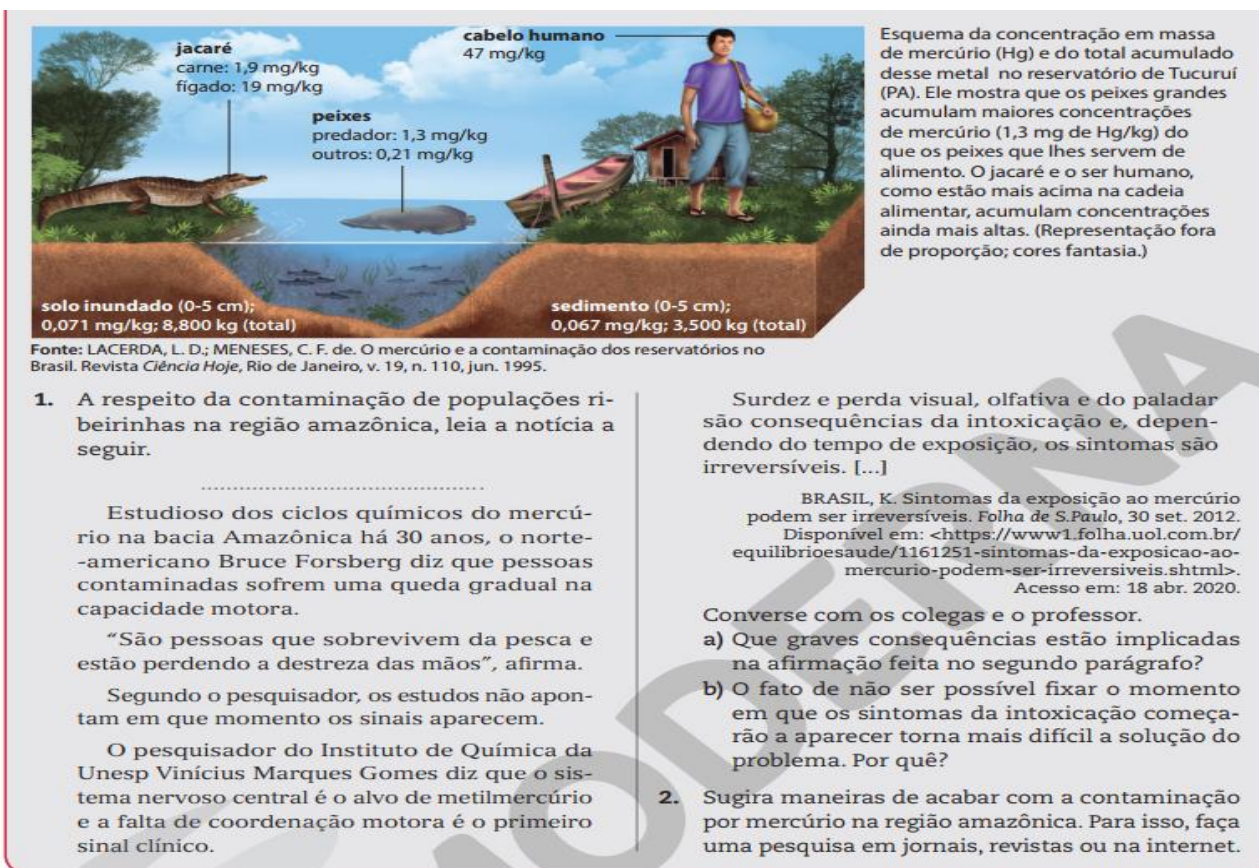


Figura 3 – Texto e representação da concentração do mercúrio e questionamentos.

Fonte: LD a134, p. 57.

Os trechos do Quadro 5 e da Figura 3 do LD a 134 salientam uma possibilidade de interdisciplinaridade contextualizada com relação ao contexto social e ambiental, a partir do conteúdo químico de eletroquímica. Os trechos e a figura trabalham o conhecimento químico dos metais pesados presente nas pilhas, o conhecimento biológico de desnaturação e os impactos ambientais que o metal pode causar, além dos conhecimentos de geografia sobre as matrizes energéticas do país, os garimpos ilegais e os problemas ambientais. Permitem, ainda, que os estudantes tenham uma percepção socioambiental num âmbito mais crítico e, consequentemente, lhes levam questionamentos e indagações sobre a realidade em que estão inseridos, de maneira que possam conseguir efetivar mudanças no cotidiano.

É possível que o professor de biologia participe da discussão com o professor de química justamente por causa das implicações de saúde que o metal causa. O professor de geografia também pode participar da discussão com as informações sobre a tragédia de Minamata e como se dá a organização dos países para trabalhar esses interesses em comum, além de comentar sobre as matrizes energéticas do Brasil, os garimpos ilegais e as causas ambientais. Aqui, além da possibilidade de a interdisciplinaridade como compreensão do contexto social e ambiental acontecer entre uma mesma área de conhecimento (ciências da natureza), também é possível acontecer entre outra área (ciências sociais aplicadas).

A interdisciplinaridade, quando pensada nessa perspectiva contextualizada, de acordo com Ramos (2005), tem a finalidade de sair do aspecto majoritariamente instrumental e ir para a realidade e as suas resoluções de problemas. Neste ínterim, como Fazenda (2008, p. 21) pontua, “na interdisciplinaridade escolar, as noções, finalidades, habilidades e técnicas visam favorecer sobretudo o processo de aprendizagem, respeitando os saberes dos alunos e sua integração”. Desta maneira, concordamos quando os autores relatam que essa perspectiva interdisciplinar como compreensão do contexto social e ambiental apresenta a possibilidade desta aproximação e compreensão da realidade, além da ajuda com os possíveis problemas que são abordados – diferente da perspectiva instrumental e acadêmica. Em relação ao outro LD da categoria, o LD e137 da coleção Moderna plus, podemos observar alguns fragmentos a seguir, como os trechos do Quadro 6 e das Figuras 4 e 5.

Quadro 6 - Trechos do livro didático

<p>Pilhas e baterias constituem produtos de importância para boa parte da sociedade. Sua miniaturização e durabilidade foram fatores que contribuíram para a disseminação de telefones celulares, <i>tablets</i> e computadores portáteis nos últimos anos. Existem reações químicas cuja ocorrência está relacionada à transferência de elétrons de uma espécie química (átomo, molécula, íon) para outra. Reações desse tipo podem, em princípio, ser empregadas em geradores químicos de corrente elétrica, as pilhas e baterias. A corrente elétrica produzida por tais geradores pode se destinar às mais variadas finalidades práticas, desde acender lâmpadas e manter computadores funcionando até possibilitar que um automóvel se movimente. Mas como uma reação química pode produzir corrente elétrica? (grifos nossos).</p> <p>[...] A diferença de potencial elétrico nos terminais (polos) de uma pilha ou bateria, medida quando ela não esteja em uso para produzir corrente elétrica, corresponde à força eletromotriz (fem) dessa pilha ou bateria (grifo nosso).</p>
--

Fonte: LD a137, p. 73- 74.

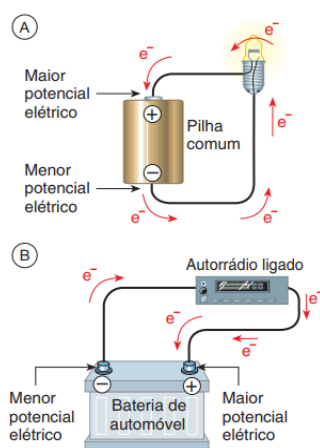


Figura 4 – Indicação do sentido da movimentação de elétrons do circuito
Fonte: LD e137, p. 74.

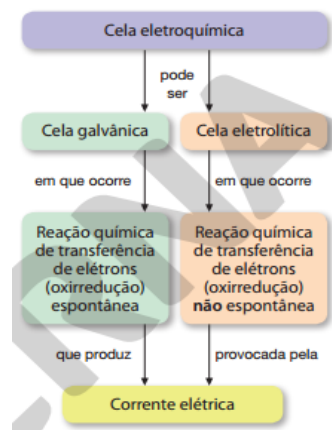


Figura 5 – Organização de alguns conceitos de eletroquímica.
Fonte: LD e137, p. 75.

Os trechos do Quadro 6 descrevem uma introdução sobre pilhas e baterias e logo depois realçam a relação das pilhas e baterias (conceito químico) com a corrente elétrica (conceito físico). Se pensar somente na maneira que o trecho 4 está, de modo isolado, não há possibilidade de interdisciplinaridade com o conteúdo químico de eletroquímica, pois é algo sem aprofundamento. Mas, durante todo o capítulo, os autores continuam explicitando essa relação do conceito químico de pilha e bateria e do conceito físico de corrente elétrica, como salientamos nas Figuras 4 e 5, de maneira que existe a possibilidade de interdisciplinaridade acadêmica em relação ao conteúdo de eletroquímica.

A Figura 6 apresenta a possibilidade de interdisciplinaridade instrumental em relação ao conteúdo de eletroquímica, uma vez que os autores explicam o conceito de oxirredução durante o capítulo e também interagem e integram esse conhecimento químico com conhecimento de eletroquímica e biologia da respiração celular e da fotossíntese. Isso ocorre por meio da atividade para elaborar as equações das semirreações que acontecem no metabolismo de algumas bactérias nitrificantes.

Atividade em grupo

A respiração celular aeróbica, por meio da qual nossas células obtêm energia de nutrientes como a glicose, é um processo metabólico que ocorre em diversas etapas.

Nesta atividade, para efeito de análise da oxirredução envolvida, vamos desmembrar a respiração celular (teoricamente) em duas semirreações. Em uma delas, glicose ($C_6H_{12}O_6$) origina dióxido de carbono (CO_2). Na outra, gás oxigênio (O_2) origina água (H_2O).

Elaborem a equação das duas semirreações e indiquem qual é a de oxidação e qual é a de redução. A seguir, deduzam uma equação para representar a reação global e indiquem nela qual é o redutor e qual é o oxidante.

Elaborem um cartaz, digital ou em papel, para compartilhar com os colegas as conclusões a que chegaram.

Figura 6 – Atividade em grupo do livro didático.
Fonte: LD e137, p. 87.

Assim, o professor de química pode explicar esses conceitos biológicos como é sugerido no manual do professor, em que ele teria que ter o conhecimento de fotossíntese e respiração celular, ou o professor de biologia teria que os abordar, mostrando essa cooperação e coordenação entre as disciplinas. Uma alternativa diferente é eles ministrarem as aulas sobre a temática de oxirredução, explicando juntos os exemplos de reações. Pensamos que o trabalho em conjunto é o ideal.

A interdisciplinaridade acadêmica acontece justamente por causa da interação do conhecimento químico com o conhecimento biológico. Já a interdisciplinaridade instrumental ocorre porque os autores utilizam os saberes (de forma superficial) para explicar e associá-los ao cotidiano, que, como já relatamos, é insuficiente. Deste modo, a perspectiva instrumental abordada no capítulo do LD e137 vai ao encontro com Etges (2000) quando relata que a interdisciplinaridade instrumental utiliza a ciência e as suas aplicações numa perspectiva para ajudar na resolução de problemas. Há, portanto, a incorporação de diversos saberes, mas sem maior aprofundamento ou questionamento, sendo uma ação limitada.

Pensando nessa ideia é que concordamos quando Etges (2000) aborda que a interdisciplinaridade que Lenoir (2005) explica não está em primeiro plano. Infelizmente é o que a maioria dos LD apresentam nessa categoria em relação ao conhecimento de eletroquímica. Já referente à interdisciplinaridade como compreensão do contexto social e ambiental, apresentamos a Figura 7 do LD e137 para exemplificar essa perspectiva num âmbito interdisciplinar.

Atividade em grupo

Fazer **divulgação científica** é mostrar ao público não especializado aspectos das Ciências da Natureza e sua relevância.

Cada equipe deve pesquisar as informações necessárias e com elas elaborar um vídeo – com linguagem e dinâmica apropriadas para prender a atenção e mostrar a **importância da Ciência e da Tecnologia para os indivíduos e a sociedade** – divulgando a relevância das pilhas e baterias e das tecnologias associadas a elas.

Escolham um tipo comercial de pilha ou bateria e utilizem-no como exemplo central do vídeo. Falem sobre a composição desse dispositivo e as semirreações que nele acontecem quando está em uso. Caso a pilha ou bateria seja do tipo recarregável, expliquem o que acontece (quais as reações envolvidas) na recarga do dispositivo.

Veja comentários sobre essa atividade no Suplemento do Professor.

Não deixem de incluir no vídeo um aspecto de fundamental importância: que prejuízos à saúde humana e ao ambiente podem ser decorrentes do descarte incorreto de pilhas e baterias em geral e, em particular, da que foi escolhida pelo grupo. Investiguem recursos digitais (por exemplo, vídeos, simuladores e animações) que possam ser empregados para ilustrar esses problemas e **conscientizar a população**.

Digam quais são os componentes de pilhas e baterias que são altamente tóxicos e expliquem a razão dessa toxicidade. Proponham atitudes individuais que todo cidadão deve ter ao fazer o descarte desses produtos, bem como atitudes coletivas da sociedade para prevenir problemas causados pelo descarte incorreto. (Sugestões de uso de mídias digitais estão disponíveis no início do livro.)

Figura 7 – Atividade em grupo do livro didático.

Fonte: LD e137, p. 82.

A Figura 7 do LD e137 mostra a possibilidade da interdisciplinaridade numa perspectiva ambiental e social em relação ao conteúdo de eletroquímica, pois o capítulo do LD destaca essa relação das pilhas e baterias (conhecimento químico) e da eletricidade (conhecimento físico). Neste capítulo ainda se evidencia esse texto no qual os alunos percebem as vantagens das células a combustível de gás hidrogênio em relação às pilhas e baterias convencionais, visto que um dos produtos formados (água) não é poluente para o meio ambiente. Posteriormente, há uma atividade em grupo que relata a importância de trazer informações sobre como o descarte incorreto das pilhas e baterias pode ser prejudicial ao meio ambiente e à sociedade. Desta forma, a possibilidade da interdisciplinaridade existe, e o ideal seria um trabalho em conjunto entre o professor de química e física e até mesmo o de biologia, que poderia enfatizar a toxicidade desses metais pesados no solo e para a nossa saúde.

É diante disso que a interdisciplinaridade, como apresenta Klein (2008), deve realizar uma síntese integradora. Ela não pode ser somente uma troca ou interação das disciplinas, mas, além de tudo, ser um diálogo metodológico que realize essa integração. Entretanto, há controvérsias sobre a integração metodológica, pois, para Etges (2000), a interdisciplinaridade no contexto escolar não deve consistir nessa mistura de conteúdos e ou métodos das diferentes disciplinas. Para o autor, essa perspectiva destrói o saber posto e acaba com a aprendizagem, por isso, só depois que o estudante já aprendeu e dominou o conhecimento é que o educando deve perpassá-lo para o seu cotidiano etc.

Ademais, os autores Jantsch e Bianchetti (2000) afirmam que, para que realmente haja a possibilidade de acontecer a interdisciplinaridade, é preciso uma mudança acadêmico-universitária. Isto porque é necessário criar e aprofundar espaços de pesquisa e iniciação científica para que, assim, a universidade se torne um laboratório de pensamento e conhecimento. Atualmente, o que de fato reside (e vamos aprofundar na próxima categoria) é a multidisciplinaridade – e não há uma produção do conhecimento realmente interdisciplinar.

Interação entre as Disciplinas ou Áreas por meio da Pluri ou Multi Disciplinaridade

A categoria caracteriza-se por apresentar interações entre as disciplinas ou áreas numa perspectiva da multidisciplinaridade ou pluridisciplinaridade – que é um nível menor de interação, visto que percebemos essas abordagens durante a análise dos LD. A coleção Diálogo com o LD b136 faz parte da categoria. O LD dividiu o conteúdo de eletroquímica nos capítulos 4 (Eletroquímica) e 5 (Eletrólise) e nos três primeiros capítulos com os conceitos físicos de energia elétrica, como podemos observar nas Figuras 8 e 9, a seguir.

CAPÍTULO 4 Eletroquímica	46
A invenção da pilha	46
Funcionamento de pilhas e baterias	47
Número de oxidação	48
Pilha de Daniell	50
➤ Atividades	54
Pilhas e baterias atuais	56
Pilha comum ou pilha seca ácida	56
Pilha seca alcalina	57
Pilha de lítio ou pilha de lítio-iodo	57
Bateria de chumbo	58
Bateria de íon lítio	58
Célula de combustível	59
➤ Investigue – Pilha caseira	62
➤ Atividades	63
CAPÍTULO 5 Eletrólise	65
Conceito de eletrólise	65
Eletrólise ígnea	67
Eletrólise aquosa	68
Aplicações da eletrólise	71
➤ Investigue – O combustível do futuro	72
Lei de Faraday	73
➤ Atividades	74

Figura 8 – Sumário dos capítulos 4 e 5
Fonte: LD b136 p. 10.

UNIDADE 1 Energia elétrica	12
CAPÍTULO 1 Energia elétrica e sociedade	14
O uso da energia elétrica	14
Usinas elétricas	15
➤ Atividades	18
CAPÍTULO 2 Transmissão de energia elétrica	19
Introdução à eletricidade	19
Carga e força elétricas	21
Campo e potencial elétricos	24
➤ Atividades	28
Corrente elétrica	30
Circuitos elétricos	31
Resistência elétrica	32
➤ Investigue – Uso seguro da eletricidade	34
Potência elétrica e consumo de energia elétrica	36
➤ Atividades	38
CAPÍTULO 3 Geração de energia elétrica	40
Geradores e transformadores elétricos	40
Força eletromotriz induzida	41
Potência e rendimento de geradores elétricos	42
➤ Investigue – Transformação de energia	44
➤ Atividades	45

Figura 9 – Sumário dos capítulos 1, 2 e 3
Fonte: LD b136 p. 10.

Quando observamos a Figura 8 do LD b136, percebemos que o conhecimento de eletroquímica está presente na coleção. Todavia, não há a possibilidade de interdisciplinaridade deste conhecimento porque, apesar de ter o conhecimento de eletricidade no mesmo LD (como podemos analisar na Figura 9), não existe qualquer interação entre esse conhecimento físico e o

químico, ou seja, a unidade não mostra a relação entre os capítulos – que seria o ideal. Assim, a unidade apresenta uma abordagem multi ou pluridisciplinar do conhecimento de eletroquímica porque trabalha o mesmo tema, que é energia, mas o capítulo não.

Porém, entendemos a dificuldade dos autores em relação ao conceito de interdisciplinaridade, e por isso é importante relatar que não é uma tarefa simples trabalhar com a multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade e muito menos com a interdisciplinaridade.

Para Fazenda (2008), para ser possível a sua utilização, de fato, é necessário que os professores tenham condições diferenciadas em relação ao processo de interação para que, desta forma, seja possível ter uma harmonia entre os saberes dos professores e integração entre os saberes dos estudantes. É necessário um profissional com características diferentes das de hoje, mas vale ressaltar que a interdisciplinaridade é uma categoria de ação, e não de conhecimento. Por isso, não se deve ter a ilusão de que “basta a simples colocação em contato dos cientistas de disciplinas diferentes para se criar a interdisciplinaridade” (JAPIASSU, 2006, p. 27).

A coleção Matéria, Energia e Vida, com o LD d136, também faz parte da categoria. O LD aborda o conteúdo de eletroquímica dentro da unidade 3 (Energia) e do capítulo 8 (Armazenando Energia Elétrica), como podemos observar na Figura 10.

Capítulo 8 – Armazenando energia elétrica	135
8.1 Introdução ao estudo das reações de oxirredução	135
Atividade 1 – Vitamina C como agente redutor: interação com iodo	136
8.2 Substâncias oxidantes e redutoras	137
Atividade 2 – Compreendendo o quadro de potenciais de eletrodos-padrão de redução	140
8.3 Potenciais-padrão de redução	142
8.4 Os constituintes da pilha comum	143
Atividade 3 – Explorando pilhas e baterias	144
8.5 Explorando pilhas e baterias	146
8.6 Células eletroquímicas, pilhas e baterias	146
8.7 Pilha de Daniell	147
Atividade 4 – Um procedimento para o cálculo da diferença de potencial	150
8.8 Balanceamento de equações que envolvem oxidação e redução	151
Atividade 5 – Um exemplo de eletrólise	152
8.9 Alguns exemplos que envolvem o uso da eletrólise para obtenção de materiais	153
8.10 Vantagens e riscos do alumínio	155
Atividade 6 – Baterias	157
Questões de exames	158

Figura 10 – Sumário do capítulo 8.

Fonte: LD d136 p. 9.

Nesse contexto, assim como o LD b136, o LD d136 também tem uma unidade que possibilita uma perspectiva interdisciplinar do conhecimento de eletroquímica, mas, quando analisamos o capítulo, isso não acontece. Podemos encontrar essa perspectiva na Figura 10. Quando analisamos o capítulo 8 do LD d136, os autores frisam que existe a relação do conceito físico de energia elétrica com as transformações químicas. No entanto, quando analisamos todo o capítulo, percebemos que não há interdisciplinaridade no capítulo, apenas uma possibilidade da abordagem multi ou pluridisciplinar porque a unidade tem um tema central, que é a energia.

Quando pensamos nos conceitos de multidisciplinar ou pluridisciplinar, Japiassu (1976) salienta que, com a multidisciplinaridade, há a justaposição das disciplinas, mas não há um diálogo

e nem coordenação entre os conhecimentos. O autor descreve a pluridisciplinaridade como um agrupamento de duas ou mais disciplinas e algum nível de cooperação (pequeno) entre elas, mas sem coordenação entre estas.

Diferentemente disso, a interdisciplinaridade deve ser entendida num âmbito no qual haja trocas metodológicas e teóricas entre as disciplinas. É preciso que exista um enriquecimento de ambas as disciplinas em um contexto de interatividade e que esses conhecimentos progridam (FREIRE; ALMEIDA, 2017). Todavia, é válido destacar aqui que não buscamos realizar essa diferenciação de multi ou pluridisciplinar, justamente por causa da complexidade, como destaca Pombo (2005), e porque é algo que depende do professor ou dos professores em qual nível essa abordagem seria realizada. Por último, temos a coleção Multiversos, com o LD f135. O LD aborda conteúdo de eletroquímica em alguns fragmentos, como o trecho do Quadro 7 e das figuras 11 e 12.

Quadro 7 - Trecho do livro didático

A eletricidade pode ser gerada por meio de reações químicas que podem acontecer no interior de animais, como *peixes-elétricos* [...]. Os peixes-elétricos compõem um grupo de mais de 250 espécies dotadas de um órgão capaz de produzir **eletricidade**, geralmente fraca, usada para se comunicar e para navegar, uma vez que a maioria tem olhos muito pequenos [...]. Essas reações químicas também podem ser controladas e utilizadas em **pilhas e baterias**, que fazem funcionar aparelhos elétricos e eletrônicos, portáteis e úteis em nosso cotidiano (grifos nossos).

Fonte: LD f135, p. 94.

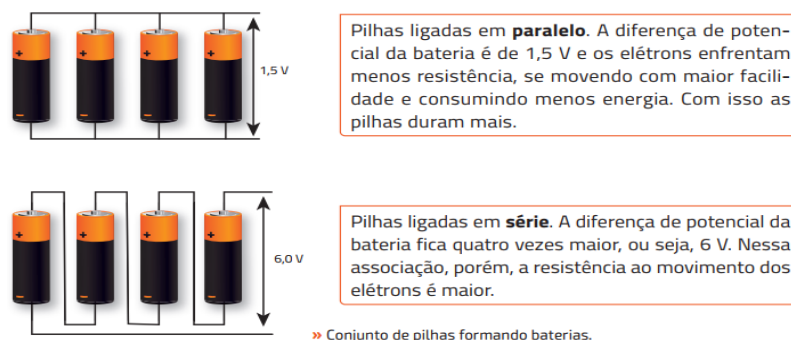


Figura 11– Exemplo de pilhas em paralelo e em série.

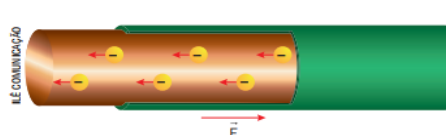
Fonte: LD f135, p.110.

Saiba mais

Diferenciando potencial elétrico de corrente elétrica.

Diferença de potencial (ddp): É a diferença entre os potenciais elétricos de dois pontos *A* e *B*, também chamada de tensão elétrica. Podemos qualificar essa diferença de potencial como a diferença entre os potenciais de oxidação e de redução de uma pilha, por exemplo. Quanto maior a diferença entre os potenciais de oxidação e de redução, maior a ddp da pilha e maior a força eletromotriz na produção de corrente.

Corrente elétrica (i): É o fluxo ordenado de elétrons em um condutor e sua intensidade é determinada pela quantidade de carga elétrica que percorre o fio por segundo.



» Representação convencional de corrente elétrica (imagem sem escala; cores-fantasia).

Simplificadamente, podemos dizer que a quantidade de elétrons em movimento está associada à intensidade da corrente, e a velocidade com que eles se movimentam depende da diferença de potencial.

Figura 12 – Saiba mais: diferenciando potencial elétrico de corrente elétrica.

Fonte: LD f135, p. 110.

O trecho do Quadro 7 e das Figuras 11 e 12 não apresentam interdisciplinaridade do conhecimento de eletroquímica. O quadro 7 apenas cita o conceito químico de reação química e passa para um exemplo de eletricidade. As Figuras 11 e 12 mostram a relação da bateria e pilha com o conhecimento de eletricidade por meio de imagens. Entretanto, apesar dessa relação apresentada entre o conhecimento de química e física, ainda assim não há interdisciplinaridade, visto que não há aprofundamento sobre a relação do conceito de energia elétrica com o conceito de pilhas e baterias no LD, ou seja, é uma abordagem superficial.

Quando se pensa na palavra multi, pluri ou interdisciplinar, a ideia é juntar as disciplinas e colocá-las lado a lado com a perspectiva de romper a estagnação das disciplinas. Mas, como Thiesen (2008) sintetiza, embora exista um esforço de trabalhar a abordagem interdisciplinar no contexto escolar, essa perspectiva ainda é incipiente. Desta forma, como Trindade (2008) afirma, “a dificuldade de conceituar a interdisciplinaridade é porque ela é pontuada em atitudes, e não simplesmente em um fazer” (TRINDADE, 2008, p. 66).

Ausência da Interdisciplinaridade

Esta categoria, diferente das demais, busca relatar e exemplificar o conceito químico de eletroquímica de forma que não há interdisciplinaridade e nenhum outro tipo de interação nas disciplinas ou áreas dos LD analisados. A coleção Lopes e Rosso com o LD c134 faz parte da categoria porque, apesar de abordar a temática de baterias e pilhas (conhecimento eletroquímico), como podemos ver na Figura 13, não há qualquer integração ou interação com o conhecimento físico ou biológico. Além do mais, não existe temática em comum nesses capítulos, nem na mesma unidade existe essa integração. É como se os autores tivessem soltado os temas aleatoriamente, sem nenhum sentido para o professor e para os alunos, diferente da categoria anterior.

Tema 3 Pilhas e baterias comerciais	115
Pilha de Daniell	115
Representação esquemática para uma pilha	117
Diferença de potencial e espontaneidade de reações	117
Pilhas e baterias primárias	117
Pilha seca (pilha comum)	117
Pilha alcalina	118
Pilhas e baterias secundárias	118
Bateria de chumbo-óxido de chumbo(IV)	118
Baterias de níquel-cádmio (NiCd) e níquel-hidreto metálico (NiMH)	119
Baterias de íon-lítio	120
A recarga de pilhas e baterias	120
Durabilidade e descarte de pilhas e baterias	120

Figura 13 – Sumário do tema 3 (pilhas e baterias comerciais).
Fonte: LD c134, p. 6.

Dessa maneira, quando pensamos na abordagem interdisciplinar e observamos que existe coleções que, apesar de relatarem que há abordagem interdisciplinar, e não há, é de suma importância a concepção de Etges (2000). O autor diz que, no cotidiano, normalmente o cientista não se importa e nem dá valor à interdisciplinaridade quando se faz pesquisa e quando se tenta

fazer novas descobertas. Isso ocorre porque ele tem uma forte crença em relação aos seus métodos, afastando-o dessa tentativa interdisciplinar. Assim, cada vez mais o discurso de interdisciplinaridade é atraente, entretanto, não ocorre de fato em suas práticas. É como se a interdisciplinaridade fosse somente “para as horas vagas”.

Essa ideia fica ainda mais clara quando analisamos os demais LD da coleção. Além desse LD, c134, têm-se o LD c133 e o c138, que teriam a possibilidade de trabalhar a perspectiva interdisciplinar do conhecimento de eletroquímica se estivessem no mesmo LD. Todavia, isso não acontece e, mesmo que fosse no mesmo LD, o conhecimento que apresentam é extremamente superficial, com apenas um exemplo, e não poderia nem fazer parte da categoria multidisciplinar ou pluridisciplinar, tampouco da interdisciplinar, como se pode observar na Figura 14.

Eletrólise ígnea: isolando substâncias simples

O método empregado por Davy foi chamado de eletrólise ígnea, por utilizar substâncias fundidas, e permitiu obter metais alcalinos, alcalinoterrosos e o alumínio, os quais, por serem muito reativos, não tinham sido isolados antes, o que causou grande impacto na indústria. O sódio metálico, por exemplo, pode ser produzido pela aplicação de uma corrente elétrica ao cloreto de sódio em fase líquida (fundido), conforme a **Figura 4.4**.

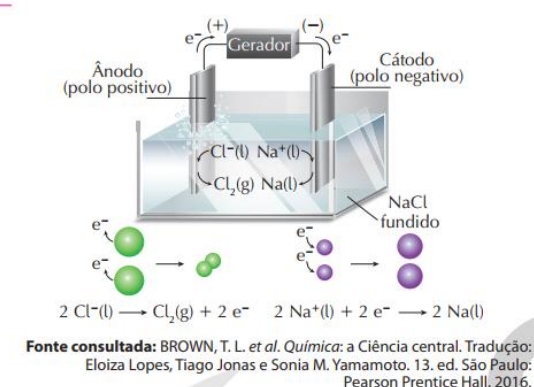


Figura 14 – Eletrólise ígnea LD c133.

Fonte: LD c133, p. 120.

Para que fosse possível ter a possibilidade da interdisciplinaridade, primeiramente a temática de eletroquímica deveria estar preferencialmente em apenas um LD; em segundo lugar, o conhecimento deveria ser abordado com afinco em capítulos distintos de biologia ou física e, em terceiro, deveria ter uma temática em comum e ser relacionado aos conhecimentos de biologia e física. Como exemplo, relacionar-se-iam as pilhas e baterias com o conhecimento de corrente elétrica ou com os impactos ambientais e desnaturação proteica. Sabe-se que isso é possível, já que existe essa interdisciplinaridade em outros dois LD (a134 e e137).

Então, a coleção Lopes e Rosso com o LD c134 faz parte da categoria porque, apesar de abordar a temática de baterias e pilhas (conhecimento eletroquímico), como visto na Figura 13, não há qualquer integração ou interação com o conhecimento físico, biológico ou demais conhecimentos. Além do mais, não existe temática em comum nesses capítulos, nem na mesma unidade existe essa integração. É como se os autores tivessem soltado os temas aleatoriamente, sem nenhum sentido para o professor e para os alunos, diferente da categoria anterior.

Por fim, também temos a coleção Ser Protagonista, na qual o conteúdo que mais se aproxima da eletroquímica está no LD g134 e g135. O LD g134 apresenta o conteúdo dentro da unidade 2 (Reações de Oxirredução e Metabolismo Celular) e do capítulo 1 (Contando Elétrons), como se pode ver na Figura 15. Neste LD, destaca-se o conteúdo de oxirredução, mas há uma relação leviana com o conhecimento de pilhas, baterias e eletrólise.

CAPÍTULO 1 - Contando elétrons	76
Reações de oxirredução	76
Transferência de elétrons	77
Eletronegatividade e número de oxidação	78
Reações redox	79
Regras para determinação do Nox	80
Práticas de Ciências:	
Por que o ferro enferruja?	81
Balanceamento de equações de oxirredução	82

Figura 15 – Sumário do capítulo 1.

Fonte: LD g134, p. 8.

No LD g134, cita-se o conhecimento de pilha e bateria superficialmente, apenas como exemplo da Figura 16, mas o foco dos LD não é a abordagem de eletroquímica (pilhas, baterias e eletrólise), como o LD a134 e e137, e, por isso, não há possibilidade de interdisciplinaridade na coleção com o conhecimento de eletroquímica.

A eletrólise consiste em passar uma corrente elétrica através da cuba com a alumina no estado líquido. Essa corrente elétrica transforma a alumina em alumínio metálico e gás oxigênio:

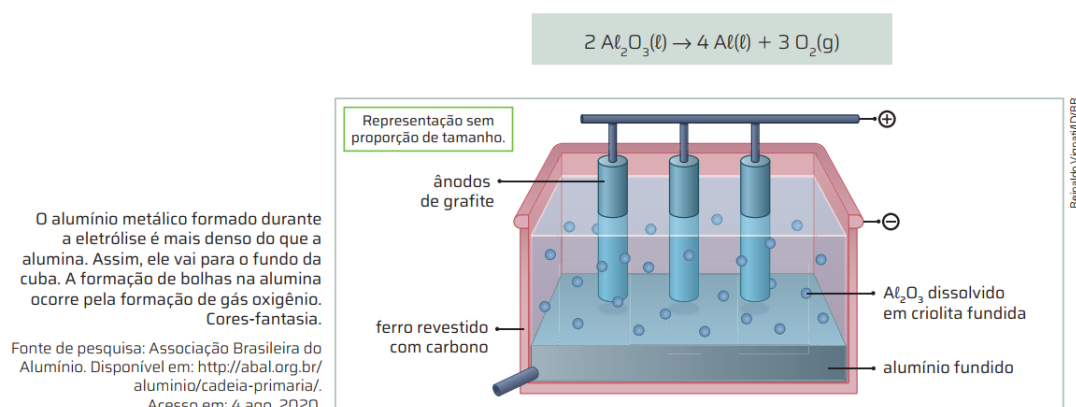


Figura 16 – Representação da eletrólise.

Fonte: LD g134, p. 46.

Da mesma forma, no LD g135, que destaca o conhecimento físico de eletricidade, percebe-se que em nenhum momento o conhecimento de eletroquímica, é de fato, o foco na coleção. Infelizmente, a ideia da coleção é apenas mostrar superficialmente exemplos de pilha, bateria e eletrólise, como se nota na Figura 17. Essa perspectiva é insuficiente para destacar e trabalhar o conhecimento de eletroquímica, então, não há possibilidade de interdisciplinaridade em relação ao conteúdo de eletroquímica na coleção.

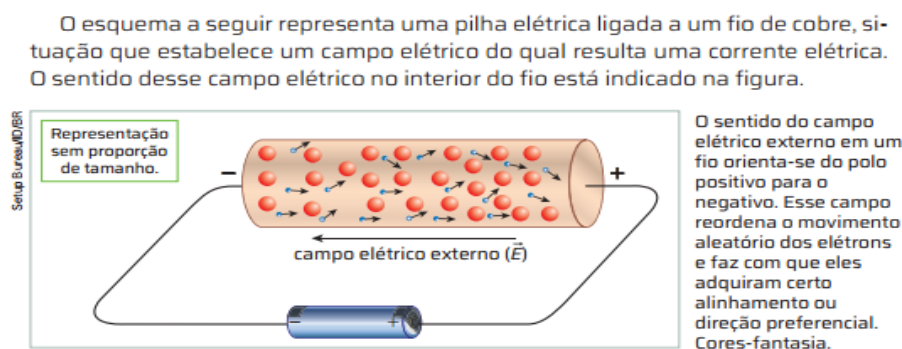


Figura 17 – Esquema de pilha elétrica.

Fonte: LD g135, p. 60.

Nessa perspectiva, percebe-se a ausência do conhecimento de eletroquímica e, conseqüentemente, de sua interdisciplinaridade na coleção. Concordamos com Moraes, Filho e Gomes (2022) quando relatam que o conceito de interdisciplinaridade com a reforma do ensino médio é abstrato e técnico – só é visto como fator de resolução de problemas que desenvolve as competências e habilidades. É a forma mais vazia da abordagem e tem um caráter totalmente instrumental. Para além disso, essa percepção favorece os interesses neoliberais e burgueses e, conseqüentemente, do mercado imposto na sociedade em que vivemos.

Dessa maneira, para que os autores de ambos os LD conseguissem implementar realmente a interdisciplinaridade, teria que haver uma mudança tanto na estrutura dos LD como também no aprofundamento do conteúdo de eletroquímica e também na interação entre as disciplinas e as áreas, visto que, na coleção Lopes e Rosso (c133, c134 e c138), o conteúdo é colocado de maneira isolada, e na coleção Ser Protagonista (g134 e g135) quase não existe informação sobre o conteúdo.

Assim sendo, em comparação com os LD das outras coleções, há quase nada de informação sobre o conteúdo de eletroquímica. Existe um esvaziamento do conteúdo que, para Marsiglia et al. (2017), dá-se pela concepção burguesa do currículo, que busca esvaziar a escola, definindo os objetivos, conteúdos, além das finalidades que devem estar presentes na organização curricular. O esvaziamento de conteúdo é perceptível nos LD de química com a criação e a implementação da BNCC, em que houve um “empobrecimento e pulverização de conteúdos específicos” (BARROSO et al., 2020, p. 3). Dessa maneira, é importante realçar que, no documento, estes não são tratados como conteúdos, e sim enquanto competências e habilidades, as quais acarretam um declínio na matriz curricular.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, diante do que foi discutido sobre a interdisciplinaridade, esta é importante para o processo de ensino e aprendizagem e, com a alteração dos LD de CNT, presumimos que a abordagem fosse realizada nas obras didáticas e que houvesse melhoria dela em relação à disciplina de química. A partir desse contexto, voltamos à questão geral dessa pesquisa: Os LD de CNT aprovados no PNLD de 2021 conseguem, realmente, apresentar em suas obras didáticas, uma abordagem interdisciplinar a partir dos conteúdos de eletroquímica?

Pensando nisso, a categoria interação entre as disciplinas ou áreas por meio da interdisciplinaridade demonstrou que apenas dois (a134 e e137) dos dez LD analisados apresentaram uma abordagem que mais se aproximou da perspectiva interdisciplinar em relação ao conteúdo de eletroquímica. Nessas obras, a interdisciplinaridade no conteúdo de eletroquímica apresenta, no mesmo LD, o conhecimento físico de eletricidade, havendo interação entre esses conhecimentos. Ressaltam, ainda, os problemas socioambientais com a disciplina de biologia, principalmente para a obra a134, realizando a interação também com o conhecimento de geografia, a partir da abordagem mais contextualizada. O alvo é o uso dos metais pesados e os impactos e problemas que eles acarretam ao meio ambiente. Além disso, também foi possível observar a interação com o conhecimento físico de eletricidade, a respiração celular e a fotossíntese da biologia. De maneira geral, os principais conteúdos de eletroquímica que são utilizados nas obras a134 e e137 para a abordagem interdisciplinar são as pilhas, baterias e os metais pesados.

Três (b136, d136, f135) dos dez apresentaram uma temática em comum e uma interação em um nível baixo, que seria a categoria interação entre as disciplinas ou áreas por meio da abordagem multi ou pluridisciplinar. Nos manuais dos professores, os autores salientam a importância e a presença da interdisciplinaridade em suas obras, seja durante os textos ou em seções e/ou atividades, mas quando analisamos especificamente o conteúdo de eletroquímica, não encontramos as orientações e especificações da abordagem interdisciplinar. O conteúdo de eletroquímica que prevalece nesta categoria também é o de pilhas e baterias. Entretanto, destacamos o avanço dessa perspectiva em relação aos demais LD.

Os demais LD (c134, g134 e g135) não apresentaram nenhum tipo de integração interdisciplinar e, na verdade, pouco se nota o conhecimento de eletroquímica. Quando analisamos os respectivos LD, observamos que não há possibilidade de interdisciplinaridade em relação ao conteúdo de eletroquímica. Nos manuais dos professores, os autores não mencionam como a interdisciplinaridade deve ocorrer, mas apenas relatam que o professor de química deve explicar conceitos de biologia etc. Contudo, sabemos que, quando um professor realiza a interdisciplinaridade, não é uma tarefa simples como os autores descrevem. Então, para que esses LD conseguissem a possibilidade de ter uma abordagem interdisciplinar, seria preciso uma mudança em toda a estrutura e os conteúdos dos LD.

Hoje, o sistema educacional brasileiro praticamente não possui a interdisciplinaridade (JAPIASSU, 2016) e, por isso, exigir uma abordagem nos LD sem dar subsídios, nos quais a maioria dos professores e pesquisadores não sabe como ocorre, é incabível. Por isso, considerando esses fatores de iniciativas e incentivos que, em sua grande maioria, os autores, pesquisadores e professores não recebem, e que, além disso, o edital do PNLD de 2021 não é claro em relação ao conceito de interdisciplinaridade. Assim, diante desses fatores avaliamos como boa a quantidade de abordagens interdisciplinares presentes nos conteúdos de eletroquímica dos LD.

Por fim, destacamos que uma formação docente mais sólida em abordagens interdisciplinares não apenas amplia a competência de os professores integrarem diferentes áreas do conhecimento, mas também responde às demandas da sociedade contemporânea, que é cada vez mais complexa e interconectada. Além disso, sugerimos que tenham pesquisas que aprofundem a investigação da abordagem interdisciplinar nos LD de CNT com relação aos demais conteúdos de química e em diferentes contextos educacionais, ou que contribuam com o desenvolvimento de

práticas pedagógicas que auxiliem os professores a implementarem a interdisciplinaridade de forma eficiente.

Referências

- ABREU, R. G.; LOPES, A. C. A Interdisciplinaridade e o Ensino de Química: uma leitura a partir das políticas de currículo. *In*: SANTOS, W. P.; MALDANER, O. A. (Org.). **Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010.
- BARRETO, B. S. J.; BATISTA, C. H.; CRUZ, M. C. P. Células Eletroquímicas, Cotidiano e Concepções dos Educandos. **Química nova na escola**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 52-58, 2017.
- BARROSO, M. C. S.; PEREIRA, R. F.; FILHO, A. P. A. S.; SILVA, E. V. A. S.; SANTOS, J. P. G.; HOLANDA, F. H. O. Base Nacional Comum Curricular e as transformações na área das ciências da natureza e tecnologias. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 2, p.1-14, 2020.
- BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Revista Química nova na escola**, São Paulo, n. 11, p.3-9, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. Edital de convocação n. 3/2019 – CGPLI, de 27 de novembro de 2019, que estabelece a inscrição e avaliação de obras didáticas, literárias e recursos digitais para o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) 2021. **Diário Oficial da União**: Brasília, p. 125, 28 nov. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, que institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. **Diário Oficial da União**: Brasília, seção 1, p. 1, 17 fev. 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**: Brasília, seção 1, p. 27933, 23 dez. 1996.
- CAIMI, F. E. Sob nova direção: o PNLD e seus desafios frente aos contextos político-educativos emergentes. **Revista História Hoje**, São Paulo, v. 7, n. 14, p. 21-40, 2018.
- CAVALCANTE, M. S. D.; PINHO, M. J.; ANDRADE, K. S. Interdisciplinaridade e Livro Didático: interfaces (im) possible? **Revista do GELNE**, Natal, v. 17, n. ½, p. 213-234, 2015.
- ETGES, N. J. Ciência, interdisciplinaridade e educação. *In*: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.
- FAZENDA, I. C. A. Desafios e perspectivas do trabalho interdisciplinar no Ensino Fundamental: contribuições das pesquisas sobre interdisciplinaridade no Brasil: o reconhecimento de um percurso. **Interdisciplinaridade**, São Paulo, v.1, n. 1, p. 10-21, 2011a.
- FAZENDA, I. C. A. **Integração e Interdisciplinaridade no Ensino Brasileiro**: efetivação ou ideologia? São Paulo: Loyola, 2011b.
- FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade-Transdisciplinaridade: visões culturais e epistemológicas e as condições de produção. **Interdisciplinaridade**, São Paulo, v.1, n. 2, p. 34-42, 2012.
- FAZENDA, I. C. A. **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.
- FEITOSA, R. A. Uma crítica marxista à interdisciplinaridade. **Revista Acta Scientiarum**, Maringá, v. 41, n. e37750, p. 1-10, 2019.
- FOLLARI, R. Algumas considerações práticas sobre interdisciplinaridade. *In*: JANTSCH A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs.). **Interdisciplinaridade: Para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, 2000.
- FREIRE, L. A. ALMEIDA, R. S. A interdisciplinaridade como integração do conhecimento: superando a fragmentação do saber. **Revista Percurso Acadêmico**, Belo Horizonte, v. 7, n. 14, 2017.
- JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. Universidade e Interdisciplinaridade. *In*: JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. (orgs.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, 2000.
- JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- JAPIASSU, H. **O sonho transdisciplinar e as razões da filosofia**. Rio de Janeiro: Imago, 2006.

JAPIASSU, H. Sonho interdisciplinar. **Revista desafios**, Palmas, v. 3, n. 1, p. 3-9, 2016.

KLEIN, J. T. Didática e interdisciplinaridade: Ensino Interdisciplinar: didática e teoria. *In*: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 2008.

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. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

LENOIR, Y. Três interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas. **Revista E-Curriculum**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-25, 2005.

LIOTTI, L. C.; PAZOS, A. S. Conhecimento sobre mudança climática nos livros didáticos do ensino médio – PNLD/2015. **Cadernos de pesquisa: Pensamento Educacional**, Curitiba, n. especial, p. 204-219, 2018.

MARSIGLIA, A. C. G.; PINA, L. D.; MACHADO, V. O.; LIMA, M. A base nacional comum curricular: um novo episódio de esvaziamento da escola no Brasil. **Germinal: Marxismo e Educação em Debate**, Salvador, v. 9, n. 1, p. 107-121, 2017.

MORAIS, R. P.; FILHO, O. N. M.; GOMES, V. C. A interdisciplinaridade no ensino médio integrado: mediações com a proposta pedagógica da reforma do ensino médio. **Revista Germinal: marxismo e educação em debate**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 556-573, 2022.

POMBO, O. Epistemologia da Interdisciplinaridade. **Revista Ideação**, Feira de Santana, v. 10, n. 1, p. 90-40, 2008.

POMBO, O. Interdisciplinaridade e integração dos saberes. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 1, n.1, p.3-15, 2005.

RAMOS, M. Possibilidades e desafios na organização do currículo integrado. *In*: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, Marise (orgs.). **Ensino médio integrado: concepção e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005.

STUMPF, K. Interdisciplinaridade teórico-metodológica: o universo das representações de Peirce e Moscovici. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, Curitiba, v. 9, n.1, p. 1-10, 2020.

THIESEN, F. da. S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 39, 545-554, 2008.

TRINDADE, D. F. Interdisciplinaridade: um novo olhar sobre as ciências. *In*: FAZENDA, I. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

RESUMO

O objetivo deste artigo, recorte de uma pesquisa de mestrado, é discutir a abordagem interdisciplinar nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2021, a partir de conteúdos químicos de eletroquímica. Para isso, optamos pela pesquisa qualitativa, com foco na revisão bibliográfica e documental. Os resultados demonstraram que apenas duas das sete coleções obtiveram uma abordagem que mais se aproximou da perspectiva interdisciplinar. Três coleções não passaram da perspectiva multi ou pluridisciplinar, e as outras duas não alcançaram nenhum tipo de interação ou integração. Desta forma, inferimos, através dos dados analisados e do aporte teórico, que em muitos casos a interdisciplinaridade é utilizada de maneira confusa, apressada e imprecisa, porque, além da urgência de seu uso, diversos autores, pesquisadores e professores não sabem de fato o que é e como ocorre a interdisciplinaridade.

Palavras-chave: Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Interdisciplinaridade; Livros Didáticos; Química.

RESUMEN

El objetivo de este artículo, extracto de una investigación de maestría, es discutir el enfoque interdisciplinario en los libros de texto de Ciencias y Tecnologías Naturales (CNT) del Programa Nacional de Libros y Material Didático (PNLD) de 2021, basado en el contenido químico de la electroquímica. Para lograrlo se optó por una investigación cualitativa, centrándose en la revisión bibliográfica y documental. Los resultados demostraron que sólo dos de las siete colecciones obtuvieron un enfoque que movía más desde una perspectiva interdisciplinaria. Tres colecciones no traspasaron la perspectiva multi o pluridisciplinar y las otras dos no lograron ningún tipo de interacción o integración. De esta manera, inferimos, a través de datos detallados y de aporte teórico, que en muchos casos la interdisciplinariedad se utiliza de



manera confusa, precipitada e imprecisa, porque, además de la urgencia de su uso, varios autores, investigadores y docentes en realidad no saben qué es la interdisciplinariedad y cómo se produce.

Palabras clave: Ciencias Naturales y sus Tecnologías; Interdisciplinariedad; Libros didácticos; Químico.