

PRÁTICAS EPISTÊMICAS E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UM ESTUDO A PARTIR DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM LIVROS DIDÁTICOS

EPISTEMIC PRACTICES AND SCIENCE TEACHING: A STUDY FROM EXPERIMENTAL ACTIVITIES IN DIDACT BOOKS

Bruna de Paula Rezende¹

<https://orcid.org/0000-0003-3858-3806>

Ana Carolina Araújo da Silva²

<https://orcid.org/0000-0002-4909-4322>

Resumo:

As atividades experimentais alinhadas às Práticas Epistêmicas são importantes ferramentas que auxiliam os estudantes na compreensão da natureza da Ciência. Nesse sentido, o objetivo deste artigo é compreender como as Práticas Epistêmicas de produção, comunicação e de avaliação do conhecimento são apresentadas nas atividades experimentais dos Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2021. Para atingir esse objetivo, utilizamos como referencial teórico Araújo (2008) e, como referencial metodológico, a Análise Textual Discursiva. Analisamos três atividades experimentais pertencentes à coleção ‘Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar’. Averiguamos que a maioria das práticas epistêmicas está presente nas questões disponibilizadas ao final das atividades experimentais. Identificamos, também, as práticas: (i) Construindo dados, Problematizando, Elaborando hipóteses e Considerando diferentes representações para explicar um dado, relacionadas às atividades sociais de Produção do Conhecimento e (ii) Descrevendo, Classificando e Usando linguagem representacional, relacionadas às atividades sociais de Comunicação do conhecimento. Desse modo, não identificamos as Práticas Epistêmicas vinculadas à atividade social de Avaliação do conhecimento. Consideramos, portanto, que o trabalho desenvolvido colabora com as pesquisas que analisam as Práticas Epistêmicas, além disso contribui para que os atuais e futuros professores da Educação Básica compreendam como essas práticas podem ser mobilizadas em sala de aula, a partir dos Livros Didáticos e de suas atividades experimentais.

Palavras-chave: Práticas Epistêmicas. Livros Didáticos. Atividades Experimentais.

Abstract:

Experimental activities aligned with Epistemic Practices are important tools that help students understand the nature of Science. This article aims to examine how the Epistemic Practices of production, communication, and evaluation of knowledge are represented in the experimental activities of Natural Sciences Didactic books and their Technologies approved in the 2021 National Book and Teaching Material Program. To achieve this objective, we used Araújo (2008)

¹ Doutoranda em Educação pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

² Professora na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

as a theoretical reference and methodological reference as Discursive Textual Analysis. We analyzed three experimental activities belonging to the collection ‘Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar’. We found that most epistemic practices are present in the questions available at the end of the experimental activities. We identified the practices: (i) Constructing data, Problematizing, Elaborating hypotheses and Considering different representations to explain a piece of data, related to the social activities of Knowledge Production and (ii) Describing, Classifying and Using representational language, related to the social activities of Knowledge Communication. We did not identify Epistemic Practices related to the social activity of Knowledge Assessment. We believe that the work developed contributes to research that analyzes Epistemic Practices. Furthermore, it contributes to current and future Basic Education teachers understanding how these practices can be mobilized in the classroom based on Didactic books and their experimental activities.

Keywords: Epistemic Practices. Didactic books. Experimental Activities.

INTRODUÇÃO

As atividades experimentais são consideradas importantes para o processo de construção de significados em sala de aula, auxiliando na compreensão de conceitos e permitindo que os estudantes estabeleçam conexões entre as teorias científicas e as observações realizadas por meio desse tipo de atividade (Andrade; Viana, 2017; Giordan, 1999; Guimarães, 2009; Polydoro, 2019). Entre as várias contribuições das atividades experimentais para o processo de ensino e aprendizagem de Ciências, destacamos: motivar e despertar a atenção dos estudantes; desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; estimular a criatividade; desenvolver a iniciativa pessoal e a tomada de decisão; aprimorar a capacidade de observação e de registro de informações; analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; aprender conceitos científicos; corrigir erros conceituais, estabelecer e compreender as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (Oliveira, 2010).

Vinculado à importância dessas atividades, os Livros Didáticos (LDs), como uma das principais ferramentas utilizadas nas escolas públicas e auxiliares do processo de ensino e aprendizagem (Rosa, 2017; Santos *et al.*, 2007), têm cada vez mais disponibilizado atividades experimentais que sejam acessíveis às escolas brasileiras, levando em conta o protagonismo dos estudantes no processo de construção do conhecimento. Em razão dessas questões, pesquisas que envolvem os LDs e/ou as atividades experimentais são de grande relevância na área da Educação. Polydoro (2019) considera que as atividades experimentais apresentam potencialidades para promover a alfabetização científica, assegurando aos estudantes melhor compreensão do conteúdo teórico, a criação de elos entre os conceitos e a realidade, além de sua contribuição para a divulgação do conhecimento científico.

Diante disso, as atividades experimentais possibilitam que os estudantes vivenciem processos científicos que favorecem a compreensão da natureza da Ciência. Portanto, desenvolver as Práticas Epistêmicas (PE) presentes nessas atividades, em sala de aula, pode auxiliar na compreensão da natureza da Ciência. Essas práticas, socialmente situadas, envolvem a negociação e a elaboração de valores pelos cientistas (Silva, 2008). Assim, as PE podem ser definidas como práticas sociais em que uma comunidade, científica ou acadêmica, negocia e elabora valores próprios para atingir propósitos e expectativas comuns. Tais práticas são desenvolvidas por

estudantes e cientistas para a construção do conhecimento por meio de atividades, sejam elas de investigação ou não, contribuindo para a produção, comunicação e avaliação do conhecimento e apropriação da linguagem científica.

Acreditamos que compreender as PE é fundamental para investigar como os estudantes produzem e se apropriam do aprendizado científico. Assim como, é importante averiguar de que modo essas práticas estão presentes nos Livros Didáticos, uma ferramenta ainda muito utilizada pelos docentes. Dessa forma, e seguindo Araújo (2008), defendemos que as PE podem colaborar para o desenvolvimento da natureza do conhecimento científico e auxiliar os estudantes a construir ou descobrir teorias; questionar ideias; avaliar e comunicar o conhecimento; formular e avaliar hipóteses e relacionar teorias.

Desse modo, nosso objetivo é analisar e compreender como as PE estão presentes nas atividades experimentais dos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovadas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) de 2021. Nesta pesquisa, compreendemos que as atividades experimentais são aquelas atividades em que os estudantes, de algum modo, estão em contato com reagentes e materiais comuns a um laboratório da área de Ciências ou materiais alternativos diversos para realizar atividades de observação, verificação ou investigação. Assim, este artigo apresenta parte de um projeto de pesquisa de Mestrado desenvolvido na Universidade Federal de Juiz de Fora.

PRÁTICAS EPISTÊMICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O Ensino de Ciências deve ser abordado nas salas de aulas de modo a permitir ao estudante compreender aspectos básicos e fundamentais da natureza da Ciência. Dessa forma, o professor deve favorecer que os alunos vivenciem e experienciem metodologias diversificadas que possibilitem a compreensão não apenas de conceitos, mas da Ciência como um todo (Silva, 2008). Nessa perspectiva, Silva (2008) justifica que o crescente interesse pelas PE se relacionam com a premissa de que a Ciência deve ser compreendida como uma prática situada socialmente em que os cientistas negociam e elaboram valores.

Com base nessa premissa, podemos identificar características específicas que definem uma comunidade como epistêmica a partir de suas práticas sociais. Para Kelly (2008), essas práticas são constituídas por um conjunto padronizado de ações, desenvolvidas por um grupo de pessoas com base em propósitos e expectativas comuns. Assim, Kelly (2008, p. 99), define as PE como as “formas específicas pelas quais os membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam as reivindicações de conhecimento dentro de uma estrutura disciplinar”.

As PE também podem ser compreendidas como um conjunto de práticas que os estudantes utilizam para construir seu próprio conhecimento da Ciência escolar por meio de atividades de investigação, tanto cognitivas quanto discursivas (Sandoval, 2001; 2005). Segundo Kelly e Duschl (2002, p. 19), as PE se referem a “formas específicas com que membros de uma comunidade observam, inferem, justificam, avaliam e legitimam ao longo do processo de construção do conhecimento”.

Em um trabalho desenvolvido por Jimenez-Aleixandre e Bustamante (2008), foram ponderados os padrões de argumentação dos estudantes com relação à aprendizagem de Ciências,

considerando as PE como atividades de produção, comunicação e de avaliação do conhecimento. Para os autores, na dimensão de produção, os alunos articulam os saberes e trabalham com diferentes padrões de dados. Na dimensão da comunicação, os estudantes interpretam e constroem representações a partir dos dados obtidos, buscando persuadir outros membros da comunidade. Na avaliação, os estudantes utilizam das teorias e dos dados obtidos para evidenciar e avaliar em um processo argumentativo suas conclusões (Jiménez-Aleixandre; Bustamante, 2008 *apud* Silva, 2008).

Diante do exposto, de modo geral, as PE estão associadas à produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico (Jiménez-Aleixandre; Bustamante, 2008 *apud* Silva, 2008; Kelly, 2008; Sandoval, 2001; 2005). Essas práticas podem ser investigadas a partir de diferentes objetos de pesquisa, como as ações dos professores e dos estudantes; práticas discursivas entre alunos e entre alunos e professores; análise de relatórios, entre outros.

Em um levantamento bibliográfico realizado anteriormente na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, utilizando como descritores “Práticas Epistêmicas e Atividades Experimentais”, encontramos um total de quatorze trabalhos. Desses, apenas seis pesquisas, publicadas entre 2018 e 2020, relacionam a aplicação de atividades experimentais com as PE. Os trabalhos realizados por esses pesquisadores investigam a aplicação de atividades experimentais (investigativas ou não), em sala de aula, e as PE desenvolvidas pelos alunos, seja na Educação Básica (Ensino Médio) ou no Ensino Superior. As PE foram investigadas a partir da interação discursiva entre alunos e entre alunos e professores, dos relatórios científicos produzidos por alunos a partir da aplicação da atividade experimental, escritos no “Caderno de Laboratório” e transcrições de áudio e vídeo. Não encontramos nenhum trabalho que relacione as PE desenvolvidas a partir de atividades experimentais presentes em LDs. Levando em conta o levantamento realizado e o contexto de pesquisa, optamos por utilizar como referencial teórico de análise Araújo (2008).

Em sua dissertação de mestrado, Araújo (2008), baseando-se no referencial de Sandoval e Morrison (2003), considera que

Nas práticas epistêmicas os estudantes podem, por exemplo, ocupar-se com a construção de teorias ou em descobrir teorias. Ao questionar suas idéias, participam da geração e avaliação do conhecimento, podendo assim avaliar hipóteses alternativas ou relacionar teorias com provas. As práticas epistêmicas, no âmbito da sala de aula de ciências, podem ser entendidas como atividades cognitivas e discursivas através das quais o aluno está engajado na produção do conhecimento (Araújo, 2008, p. 32).

Deste modo,

além dos métodos e práticas envolvidos no fazer ciência, as práticas epistêmicas incluiriam o desenvolvimento pelos alunos de uma compreensão da própria natureza do conhecimento científico, sendo assim capaz de fazer questionamentos e, também, de responder a eles (Araújo, 2008, p. 32).

Segundo a autora, para aprender Ciências é necessário ser aprendiz das práticas discursivas, da construção e da negociação de valores da comunidade científica escolar, uma vez que essa

aprendizagem inclui uma linguagem própria e critérios para avaliar conhecimentos e métodos (Araújo, 2008).

As PE podem ser observadas e realizadas por diferentes perspectivas, tais como: as ações que o professor desenvolve em sala de aula; as estratégias que os estudantes utilizam ao participar e elaborar uma atividade; as diferentes práticas discursivas que são criadas entre alunos e entre alunos e professores; a construção de relatórios provenientes da execução de atividades experimentais; a aplicação de atividades experimentais; o modo de escrita, entre outras. Todas essas atividades contribuem para a produção, comunicação e avaliação do conhecimento científico, características próprias de cada comunidade.

Portanto, o objetivo desta pesquisa é compreender como as PE de produção, comunicação e de avaliação do conhecimento são apresentadas nas atividades experimentais dos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados no PNL D de 2021. Para atingir tal objetivo, utilizamos como referencial teórico Araújo (2008).

Nesse viés, adaptamos o sistema que retrata as PE de produção, comunicação e de avaliação do conhecimento proposto por Araújo (2008). No Quadro 1, apresentamos o sistema adaptado para o contexto de análise das atividades experimentais presentes nos LDs.

Quadro 1 - Práticas epistêmicas e relações com o conhecimento

Atividades sociais relacionadas ao conhecimento	Práticas epistêmicas
Produção do conhecimento	Problematizando Elaborando hipóteses Planejando investigação Construindo dados Utilizando conceitos para interpretar dados Considerando diferentes representações para explicar um dado Concluindo
Comunicação do conhecimento	Descrevendo Explicando Classificando Exemplificando Apresentando ideias (opiniões) próprias Usando linguagem representacional
Avaliação do conhecimento	Usando dados para avaliar teorias Avaliando a consistência dos dados

Fonte: Adaptado de Araújo (2008).

Para Araújo (2008), na maioria das vezes, os alunos estão produzindo e comunicando o conhecimento simultaneamente. Porém, no seu trabalho as PE de produção e de comunicação do conhecimento estão separadas para dialogar com a literatura atual.

Nesse contexto, a pesquisadora considera que as PE de produção do conhecimento “diz respeito a como as investigações e/ou questões são produzidas pelos alunos, do início do problema até sua finalização, com a conclusão” (Araújo, 2008, p. 84). A comunicação do conhecimento “diz respeito como a discussão é estabelecida pelo grupo e as operações de textualização que são efetuadas durante as discussões” (Araújo, 2008, p. 87). E as práticas de avaliação do conhecimento, “são as práticas que envolvem a avaliação do conhecimento, por expedientes que colocam em dúvida sua validade, estendem seu alcance, criticam e confrontam dados com as teorias” (Araújo, 2008, p. 92).

Alguns trabalhos revelam a importância do desenvolvimento das PE alinhadas às atividades experimentais em sala de aula, principalmente a aquelas de cunho investigativo (Aguilar, 2020; Batista, 2018; Dias, 2018; Silva, 2015). Silva (2015), analisando relatórios produzidos por estudantes do Ensino Médio a partir da aplicação de uma atividade experimental concluiu que

a análise das práticas epistêmicas nos revelou que a atividade de investigação proposta permitiu o engajamento dos alunos em práticas sociais da ciência, especialmente aquelas relacionadas à produção e comunicação do conhecimento, visto que produziu situações nas quais os alunos precisaram decidir “o que contava” como evidência, padrão e explicação na investigação realizada (Silva, 2015, p. 154).

Além disso, as Práticas Epistêmicas, alinhadas às diferentes abordagens de atividades experimentais, permitem compreender o modo como os alunos se apropriam dos conhecimentos construídos no decorrer das atividades (Dias, 2018). Porém, é importante destacar que as atividades experimentais que exigem dos estudantes apenas a montagem dos instrumentos, as observações/coletas de dados e a apresentação de conclusões ainda são frequentes nos Livros Didáticos. Enquanto, as atividades em que os alunos são solicitados a planejarem experimentos e elaborarem hipóteses são raras (Mori, 2009). Destacamos então, a importância deste estudo para identificar e auxiliar o docente no desenvolvimento das PE em sala de aula, oferecendo ferramentas para proporcionar aulas mais dinâmicas e com desenvolvimento/aprimoramento de conhecimento científico.

Ressaltamos, também, que o desenvolvimento das PE e a inclusão de um ensino investigativo em sala de aula dependem, em grande parte, da postura do professor diante da atividade e de sua formação acadêmica. Nesse sentido, Batista (2018) considera que

as práticas epistêmicas estão diretamente associadas ao papel do professor dentro da sala, visto que ele é o responsável por proporcionar os momentos em que essas práticas se manifestam. O ambiente criado dentro da sala de aula deve ser, portanto, acolhedor e estimulante de forma que os alunos se sintam livres para dialogar, discutir e manifestar suas ideias, e o professor consiga desempenhar o papel de mediador (Batista, 2018, p. 152).

Assim, é fundamental que o professor atue como mediador e indagador do conhecimento para que as PE sejam estabelecidas. Além disso, é crucial que as concepções prévias dos estudantes sejam consideradas (Aguilar, 2020). Como também é necessário que o docente crie um ambiente propício para o desenvolvimento dessas práticas, com aulas dialógicas que incentivem a autonomia dos alunos.

TRAJETÓRIA METODOLÓGICA

Esta pesquisa utiliza uma perspectiva metodológica que se fundamenta na abordagem qualitativa e apresenta como características: a fonte direta de dados é o ambiente natural, e o pesquisador é o principal instrumento de coleta, ademais é descritiva, preocupa-se mais com o processo do que com os resultados, a análise de dados se dá de forma indutiva, e o significado é de fundamental importância (Bogdan; Biklen, 1994). Além disso, a pesquisa qualitativa utiliza de análises textuais, partindo de textos já existentes ou produzindo o próprio material de análise. O objetivo desse tipo de abordagem é interpretar os fenômenos por meio de uma análise rigorosa e criteriosa. A Análise Textual Discursiva (ATD), constituída nesse movimento, pretende compreender e/ou reconstruir os conhecimentos existentes sobre as temáticas investigadas (Moraes; Galiuzzi, 2016).

A ATD “corresponde a uma metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre fenômenos e discursos” (Moraes; Galiuzzi, 2016, p. 13). Dessa forma, a ATD é uma metodologia utilizada para a análise de dados, que consiste em três etapas cíclicas: unitarização do *corpus*, categorização e metatexto ou comunicação.

Inicialmente, para a delimitação do *corpus* de análise, contabilizamos o número de atividades experimentais pertencentes a cada capítulo das coleções de LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovadas no PNLD de 2021, contabilizamos os capítulos definidos no manual do professor como prioritários para a disciplina de Química. Constatamos que a temática Eletroquímica se destaca em maior número de atividades experimentais na coleção ‘Matéria, energia e vida: Uma abordagem interdisciplinar’. Logo, o *corpus* de análise deste trabalho é constituído por três das quatro atividades experimentais pertencentes a essa coleção. A coleção selecionada apresenta o maior número de atividades experimentais sobre Eletroquímica quando comparadas às demais coleções aprovadas no PNLD de 2021 (Tabela 1). Posteriormente, para análise das atividades, utilizamos a ATD cujas etapas estão descritas abaixo.

Tabela 1 – Contagem das atividades experimentais relacionadas à temática Eletroquímica

Nome da coleção	LD	Capítulo	Número de atividades experimentais
Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar	Materiais e energia: transformações e conservação	Armazenando energia elétrica	4
Multiversos: Ciências da Natureza	-	-	-
Conexões: Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Energia e ambiente	Geradores de energia portáteis	2
Diálogo: Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Energia e sociedade: uma reflexão necessária	Eletroquímica	1
Moderna plus: Ciências da Natureza e suas Tecnologias	-	-	-
Ciências da Natureza: Lopes & Rosso	Energia e consumo sustentável	Oxirredução	1
Ser protagonista: Ciências da Natureza e suas Tecnologias	-	-	-

Fonte: As Autoras (2024).

Na primeira etapa, unitarização do *corpus*, ocorre a fragmentação do texto, *corpus* de análise, em unidades de análise que também podem ser denominadas de unidades de significado ou de sentido. As unidades de significado correspondem “a elementos discriminantes de sentidos, significados importantes para a finalidade da pesquisa” (Moraes; Galiuzzi, 2016, p. 71). O objetivo dessa etapa é examinar os dados de pesquisa com detalhes, percebendo o sentido dos textos e seus pormenores. As unidades de significado são definidas de acordo com o objetivo de pesquisa, portanto, podem ser classificadas em categorias *a priori* ou emergentes. Cada unidade constitui um elemento de significado proveniente da interpretação do pesquisador em relação a uma perspectiva teórica. Para o processo de desmontagem dos textos é importante que o pesquisador saiba quais são as unidades de contexto, ou seja, os documentos que originaram as unidades de análise. Para esse fim, podemos utilizar códigos que indicam a origem de cada unidade (Moraes; Galiuzzi, 2016). Desse modo, no Quadro 2, apresentamos a identificação e a codificação das atividades experimentais analisadas.

Quadro 2 – Identificação e codificação do *corpus* de análise

Código da atividade	Nome da atividade experimental
AE1	Compreendendo o quadro de potenciais de eletrodos-padrão de redução
AE2	Explorando pilhas e baterias
AE3	Um exemplo de eletrólise

Fonte: As Autoras (2024).

Após a etapa de unitarização, faz-se a articulação entre as unidades semelhantes em um processo denominado de categorização. Nesse processo, são geradas as categorias de análise (Moraes; Galiuzzi, 2016). Conforme Moraes (2003), a categorização consiste na comparação entre as unidades definidas no processo de unitarização, resultando na combinação das unidades de análise semelhantes em categorias que auxiliam a compreender como os elementos unitários (unidades de significado) podem ser reunidas para a formação de conjuntos mais complexos. Nessa etapa, diferentes níveis de categorias podem ser criados, por exemplo, categoria inicial, intermediária e final, constituindo grupos mais abrangentes e em menor número; são as categorias que organizam os elementos para a construção do metatexto (Moraes, 2003).

Existem diferentes formas de se criar categorias, destacamos as categorias *a priori*, emergente e mistas. Nesta investigação, trabalhamos com as categorias *a priori*, ou seja, categorias provenientes do método dedutivo e criadas antes de se analisar o *corpus* de pesquisa, originadas a partir do embasamento teórico do pesquisador (Moraes, 2003). No Quadro 3, apresentamos as etapas de unitarização e categorização das atividades experimentais.

Quadro 3 – Etapas de unitarização e categorização do *corpus* de análise

Código da atividade experimental	Unitarização	Categoria inicial	Categoria final
AE1	Reproduzam o quadro 8.2 no caderno e anotem os resultados, utilizando um tracinho (–) para indicar que essa reação não ocorreu.	Construindo dados	Produção do conhecimento
AE2	Exponha as partes da pilha aberta e faça um desenho das seções que a compõem, observando rigorosamente as partes. Observe se a voltagem medida é diferente de zero. Anote o valor encontrado.		
AE3	Utilizando o papel indicador, verifiquem se a solução de KI é ácida, básica ou neutra (pH). Registrem o resultado no caderno.		
AE1	Será que há uma forma de prever se uma substância se comporta como redutora ou oxidante em relação a outra?	Problematizando e elaborando hipóteses	
AE2	Coloque esse segundo “sanduíche” sobre o primeiro, de modo que a moeda de cobre fique em		

	contato direto com o disco de zinco do “sanduíche” inferior. Meça novamente a voltagem, mas agora encostando uma ponta de prova na moeda de cobre do “sanduíche” inferior e a outra no disco de zinco do “sanduíche” superior. O que aconteceu com a voltagem medida? O que você espera que aconteça caso coloquemos um terceiro “sanduíche metálico” na pilha?	Construindo dados e elaborando hipóteses	Produção do conhecimento
AE2	Quantas pilhas iguais às que você construiu no experimento seriam necessárias para acender um LED vermelho que funciona sob a tensão de 1,8V ou fazer funcionar uma calculadora digital que utiliza uma pilha AA?	Considerando diferentes representações para explicar um dado	
AE2	Substitua o papel de filtro molhado por uma rodela de limão ou fatia fina de batata sobre a moeda de cobre. Pepinos em conserva também funcionam muito bem e já têm o tamanho apropriado. Sobre o limão, a batata ou o pepino, coloque um disco de zinco. Ligue o multímetro e ajuste-o para medir a voltagem em corrente contínua (DC). Coloque uma ponta de teste na moeda de cobre e a outra no disco de zinco. O que você observa?	Descrevendo	Comunicação do conhecimento
AE1	Que metal reagiu com todos os outros íons metálicos? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse metal é capaz de oxidar ou de reduzir todos os íons? Qual dos íons em solução reagiu com todos os outros metais? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse íon é capaz de oxidar ou de reduzir todos os metais?		
AE2	Com base nas informações do tópico “Os constituintes da pilha comum”, identifique todas as partes do desenho que você fez. Na Atividade 2, sobre os potenciais-padrão de redução, vimos que alguns metais se oxidam mais facilmente do que outros. Utilize o quadro de potenciais de eletrodos-padrão para determinar, entre o zinco e o cobre, qual deles se oxida mais facilmente.	Classificando	
AE3	Listem as espécies iônicas presentes na solução antes de o processo de eletrólise ser iniciado.		
AE1	Escrevam no caderno as equações de todas as reações que ocorreram no experimento. Escrevam, agora, apenas as reações de redução que ocorreram, por exemplo: $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})}$. Usando os dados obtidos, coloque essas reações em ordem, do oxidante mais “potente” para o menos “potente”. Lembrem-se de que		

	<p>qualquer espécie que é oxidante se reduz na reação de oxirredução.</p> <p>Registrem, agora, apenas as reações de oxidação que ocorreram, por exemplo: $\text{Mg}_{(s)} \rightarrow \text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$. Usando os dados obtidos, coloque essas reações em ordem, do redutor mais “potente” para o menos “potente”. Lembrem-se de que qualquer espécie redutora se oxida na reação de oxirredução.</p>		
AE2	<p>Para o metal selecionado na questão anterior, escreva a equação da semirreação de oxidação desse metal.</p> <p>Consulte o quadro de potenciais eletrodos-padrão e localize o valor do potencial de oxidação do metal que está sendo oxidado nessa pilha.</p> <p>Combine as semirreações de oxidação e de redução e escreva a equação da reação global da pilha.</p>	Usando linguagem representacional	Comunicação do conhecimento
AE3	<p>Consultando o quadro 8.1 de potenciais de eletrodos-padrão, surgiram as possíveis reações de oxirredução que envolvem os íons presentes inicialmente.</p> <p>Considerando os resultados obtidos após a eletrólise (veja o 6º item, acima), escrevam as equações que representam os processos que ocorreram nos eletrodos positivo e negativo.</p> <p>Verifiquem o número de elétrons envolvidos em cada equação e ajustem o coeficiente das espécies para balancear as cargas e as massas em cada equação.</p> <p>Escrevam a equação que representa o processo completo da eletrólise do iodeto de potássio (KI), somando as equações obtidas para os processos de redução e de oxidação.</p>		
AE3	<p>Observem o processo e anatem no caderno as modificações que forem evidentes para os dois eletrodos. Descrevam o aspecto das soluções de KI antes da eletrólise, do eletrodo positivo e do eletrodo negativo, relacionando-o com o pH da solução.</p>	Construindo dados e descrevendo	
AE2	<p>Inverta as pontas de prova, colocando a vermelha (positiva) no zinco e a preta (negativa) no cobre. O que acontece com o valor medido? Quando medimos a voltagem colocando a ponta de prova vermelha no polo positivo da pilha, o sinal obtido será positivo. Identifique qual é o polo positivo da pilha.</p>	Construindo dados e classificando	Produção e Comunicação do conhecimento

Fonte: As Autoras (2024).

Dessa forma, à medida em que as categorias são definidas e ganham unidades de significado, inicia-se o processo de comunicação entre elas e a construção do metatexto, ou seja, a elaboração dos resultados da pesquisa. Na comunicação ou no metatexto, ocorre a criação de textos que são oriundos das unidades empíricas e teóricas de cada categoria de análise (Moraes; Galiuzzi, 2016). O metatexto é resultado de um processo intuitivo e auto-organizado cujo objetivo é apresentar a compreensão obtida, pelo pesquisador, por meio da combinação dos elementos construídos nos passos anteriores. Assim, o metatexto expressa os sentidos que foram elaborados a partir de um conjunto textual (Moraes, 2003). Para Moraes e Galiuzzi (2016, p. 53) “os metatextos são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto, um modo de teorização sobre os fenômenos investigados.”

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentamos as atividades experimentais que constituem o *corpus* de análise desta investigação e os metatextos criados a partir das etapas da ATD. Nas Figuras de 1 a 7, destacamos essas atividades com seu código de identificação e sua nomenclatura.

O capítulo escolhido para a análise, ‘Armazenando energia elétrica’, pertence à coleção ‘Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar’ aprovada no edital do PNLD de 2021. Nesse capítulo, identificamos quatro atividades experimentais que podem ser encontradas na seção denominada de ‘Investigação’, analisamos três das quatro atividades. Para os autores a seção ‘Investigação’

tem o objetivo de promover, por meio de metodologias ativas, a compreensão dos fenômenos naturais que estão em foco na discussão. Propõe atividades que possibilitam a você engajar-se em práticas investigativas, como elaboração de perguntas científicas, proposição de hipóteses, análise de dados (primários ou secundários), uso de evidências e construção de conclusões (Mortimer *et al.*, 2020, p. 4).

As atividades experimentais pertencem ao LD intitulado de ‘Materiais e energia: transformações e conservação’ de autoria de: Eduardo Mortimer, Andréa Horta, Alfredo Mateus, Arjuna Panzera, Esdras Garcia, Marcos Pimenta, Danusa Munford, Luiz Franco e Santer Matos. A coleção foi publicada pela editora Scipione.

Segundo Mortimer *et al.* (2020, p. 135), no capítulo serão estudadas “as transformações químicas que envolvem a transferência de elétrons entre as espécies reagentes, ou seja, analisaremos como a energia, na forma de energia elétrica, se transforma nas reações químicas”. A primeira atividade experimental (AE1) denominada de ‘Compreendendo o quadro de potenciais de eletrodos-padrão de redução’ busca auxiliar os estudantes no entendimento dos fenômenos de oxidação e redução a partir da análise das reações ocorridas entre os metais de magnésio (Mg), zinco (Zn) e cobre (Cu) e as soluções com íons desses mesmos metais (Figuras 1 e 2).

Figura 1 – AE1: Compreendendo o quadro de potenciais de eletrodos-padrão de redução

ATIVIDADE 2

Compreendendo o quadro de potenciais de eletrodos-padrão de redução

Será que há uma forma de prever se uma substância se comporta como redutora ou oxidante em relação a outra? Na atividade a seguir, vamos introduzir uma importante ferramenta que pode ser usada para fazer esse tipo de previsão, pelo menos em relação a muitas das substâncias simples e a muitos dos sais mais comuns: o **quadro de potenciais de eletrodos-padrão**, a 25 °C (**quadro 8.1**).

Potencial de oxidação E° (V)	Reação de eletrodo	Potencial de redução E° (V)
+3,09	$\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Li}$	-3,045
+2,925	$\text{K}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{K}$	-2,925
+2,87	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ca}$	-2,87
+2,714	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}$	-2,714
+2,37	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2,37
+1,66	$\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$	-1,66
+0,828	$2 \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,828
+0,763	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}$	-0,763
+0,440	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}$	-0,440
+0,250	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0,250
0,000	$2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2$	0,000
-0,337	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}$	0,337
-0,536	$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{I}^-$	0,536
-0,799	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}$	0,799
-1,065	$\text{Br}_2 + \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Br}^-$	1,065
-1,229	$\text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}$	1,229
-1,360	$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cl}^-$	1,360
-2,65	$\text{F}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{F}^-$	2,65

Elaborado com base em: GENTILI, V. *Corrosão*. Rio de Janeiro: ItC, 1996. p. 345.

Quadro 8.1 – Potenciais de eletrodos-padrão.

O uso desse quadro permite prever se uma reação é ou não espontânea, o que não significa dizer que ela ocorre imediatamente, pois isso depende da velocidade da reação, que pode ser lenta.



Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 140)

Figura 2 – Continuação da atividade experimental 1 (AE1)

INVESTIGAÇÃO
🔍
🔄

Para entendermos a lógica de organização da tabela de potenciais de redução, vamos trabalhar, inicialmente, com três metais e três soluções com ions desses mesmos metais e testar quais soluções reagem com cada metal.

MATERIAL

Placas de magnésio (Mg), zinco (Zn) e cobre (Cu); soluções 1 mol/L de cloreto de magnésio (MgCl₂), sulfato de zinco (ZnSO₄) e sulfato de cobre (CuSO₄); três béqueres de 100 mL e três conta-gotas.

Evite o contato das soluções com a pele. Se isso ocorrer, lave com água em abundância.

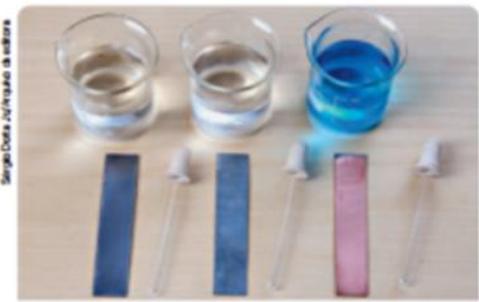


Figura 8.10 – Material a ser utilizado na atividade.

Metal ↓	Ion →		
	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺
Mg			
Zn			
Cu			

Quadro 8.2 – Observações realizadas no experimento.

3. Repitam os procedimentos indicados no 1º e no 2º item para as placas de zinco e cobre.

REFLEXÃO NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Que metal reagiu com todos os outros ions metálicos? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse metal é capaz de oxidar ou de reduzir todos os ions?
2. Qual dos ions em solução reagiu com todos os outros metais? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse ion é capaz de oxidar ou de reduzir todos os metais?
3. Escrevam no caderno as equações de todas as reações que ocorreram no experimento.

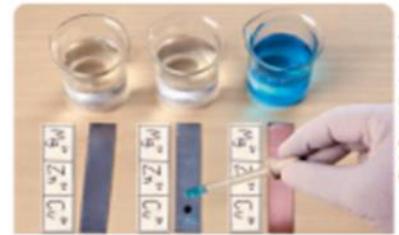


Figura 8.12 – Que soluções reagem com cada placa metálica?

O QUE FAZER NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Coloquem a placa de magnésio ao lado de uma folha de papel e escreva na folha, paralelamente ao lado mais comprido da placa, o símbolo dos ions Mg²⁺, Zn²⁺ e Cu²⁺, deixando algum espaço entre dois símbolos consecutivos. Observe a figura 8.11.

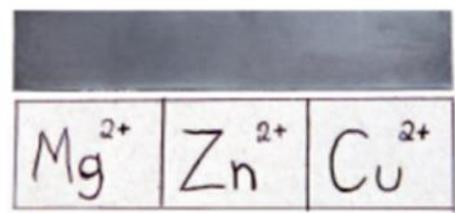


Figura 8.11 – Placa de magnésio ao lado da folha de papel.

2. Usando um conta-gotas diferente para cada solução, coloquem duas gotas de cada solução sobre a placa de metal, no lugar próximo àquele onde vocês escreveram o símbolo correspondente ao ion presente na solução. Reproduzam o quadro 8.2 no caderno e anotem os resultados, utilizando um traquinho (–) para indicar que essa reação não ocorreu.

4. Escrevam, agora, apenas as reações de redução que ocorreram, por exemplo:

$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$$

Usando os dados obtidos, coloque essas reações em ordem, do oxidante mais "potente" para o menos "potente". Lembrem-se de que qualquer espécie que é oxidante se reduz na reação de oxirredução.
5. Registrem, agora, apenas as reações de oxidação que ocorreram, por exemplo:

$$\text{Mg}(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$$

Usando os dados obtidos, coloque essas reações em ordem, do redutor mais "potente" para o menos "potente". Lembrem-se de que qualquer espécie redutora se oxida na reação.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 141)

A segunda atividade experimental (AE2), denominada de ‘Explorando pilhas e baterias’, tem como objetivo “investigar como funcionam as pilhas comuns e construir outros tipos de pilha” (MORTIMER *et al.*, 2020, p. 144). Essa atividade é proposta em duas partes: na parte A, os autores

propõem a abertura de uma pilha comum e a identificação dos seus componentes, e na parte B é proposto a construção de uma pilha por meio de moedas e vegetais (Figuras 3, 4 e 5).

Figura 3 – AE2: Explorando pilhas e baterias

ATIVIDADE 3

Explorando pilhas e baterias

Existem inúmeros formatos e tamanhos de pilhas e baterias, que vão depender de qual é sua aplicação e por quanto tempo queremos ter energia elétrica disponível. As pilhas que chamamos de “comuns” são as cilíndricas, também chamadas de pilhas zinco-carvão. Temos de diferenciá-las especialmente das pilhas alcalinas e das pilhas recarregáveis, que podem ter o mesmo formato. Esse tipo de pilha é muito utilizado em dispositivos portáteis, como rádios e brinquedos.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 144)

Figura 4 – Parte A da atividade experimental 2 (AE2)

INVESTIGAÇÃO

REALIZE A PRÁTICA APENAS COM A SUPERVISÃO DO PROFESSOR

Nesta atividade, vamos investigar como funcionam as pilhas comuns e construir outros tipos de pilha.

PARTE A – Dissecando uma pilha comum

MATERIAL

Pilha comum nova ou usada, não alcalina e não recarregável, chave de fenda e alicate de ponta de corte, jornal ou bandeja plástica, luvas grossas de borracha.

O QUE FAZER

1. Prepare, em uma mesa ou equivalente, um espaço forrado de jornal para proteger a superfície e facilitar a limpeza. Separe os materiais necessários.
2. Observe o corpo da pilha. Ele tem a forma de um cilindro com uma das bases chatas. Com a ajuda da chave de fenda e do alicate, abra a pilha e retire a capa de aço. É mais fácil começar a abrir a pilha pela sua parte oposta, que apresenta uma protuberância. Tente, com a ponta do alicate, levantar a bainha da capa metálica que contorna a pilha. Neste momento, a habilidade é mais importante do que a força.
3. Exponha as partes da pilha aberta e faça um desenho das seções que a compõem, observando rigorosamente as partes.

REFLEXÃO

1. Com base nas informações do tópico “Os constituintes da pilha comum”, identifique todas as partes do desenho que você fez.
2. Terminada a operação, recolha separadamente as partes da pilha, colocando-as em recipientes específicos. Separe a chapa de zinco da pilha, que será usada na Parte B. Cada material deve ter um encaminhamento. Pergunte ao professor como fazê-lo.

1

Utilize equipamento de proteção individual (EPI) nesta prática. Cuidado ao manusear a chave de fenda e o alicate, pois podem causar ferimentos.

2

É importante evitar tocar em materiais desconhecidos. É preciso lembrar a natureza tóxica e perigosa da maioria das partes que compõem a pilha: o zinco é um metal pesado e a pasta residual pode conter substâncias tóxicas. No caso de contato da pele com as substâncias produzidas na pilha já usada, lave com água em abundância; se ocorrer irritação, procure um médico.

NÃO ESCREVA NO LIVRO

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 144)

Figura 5 – Parte B da atividade experimental 2 (AE2)

PARTE B – Moedas elétricas e pilhas de vegetais

MATERIAL

Capa de zinco separada da pilha comum na Parte A, moedas de cobre, sal de cozinha, água, papel toalha ou filtro de café de papel, tesoura, lixa fina ou palha de aço, multimetro com pontas de prova.

REALIZE A PRÁTICA APENAS COM A SUPERVISÃO DO PROFESSOR

O QUE FAZER

- Dissolva um pouco de sal (uma colher de café) em uma xícara de café de água. Desenhe um círculo
- Coloque uma moeda de cobre na mesa. Sobre a moeda, coloque um disco de zinco. Ajuste o multimetro para medir voltagem no modo de corrente contínua (DC). Encoste uma ponta de prova na moeda de cobre e a outra no disco de zinco. Observe se a voltagem medida é diferente de zero.
- Faça um "sanduíche" com uma moeda de cobre, um pedaço de papel de filtro molhado com água e sal e o disco de zinco. O papel molhado com água e sal deve cobrir a moeda na parte de baixo completamente, evitando que ela toque a moeda de cima.
- Usando o multimetro novamente, meça a voltagem encostando a ponta de toque vermelha na moeda de cobre e a preta no disco de zinco. Anote o valor encontrado.
- Inverta as pontas de prova, colocando a vermelha (positiva) no zinco e a preta (negativa) no cobre. O que acontece com o valor medido? Quando medimos a voltagem colocando a ponta de prova vermelha no polo positivo da pilha, o sinal obtido será positivo. Identifique qual é o polo positivo da pilha.

passando um lápis ao redor da moeda em um papel toalha ou filtro de café de papel. Corte vários círculos de papel de filtro e molhe-os na solução de sal em água.

- Vimos na Parte A que o metal cinza que recobre a parte externa da pilha é o zinco. Prepare três discos de zinco, cortando a chapa em um círculo do mesmo tamanho das moedas de cobre. Limpe bem os discos de zinco e as moedas de cobre com uma lixa fina ou palha de aço.
- disco de zinco do "sanduíche" superior. O que aconteceu com a voltagem medida? O que você espera que aconteça caso coloquemos um terceiro "sanduíche metálico" na pilha?
- Faça o experimento novamente com três "sanduíches metálicos" e meça a diferença de potencial (voltagem) entre a moeda de cobre mais embaixo e o disco de zinco no topo.
- Substitua o papel de filtro molhado por uma rodela de limão ou fatia fina de batata sobre a moeda de cobre. Pepinos em conserva também funcionam muito bem e já têm o tamanho apropriado. Sobre o limão, a batata ou o pepino, coloque um disco de zinco. Ligue o multimetro e ajuste-o para medir a voltagem em corrente contínua (DC). Coloque uma ponta de teste na moeda de cobre e a outra no disco de zinco. O que você observa?



Figura 8.15 – Construção do "sanduíche metálico".



Figura 8.16 – "Sanduíche metálico".



Figura 8.17 – Pilha de vegetais.

REFLEXÃO

NÃO ESCREVA NO LIVRO

- Quantas pilhas iguais às que você construiu no experimento seriam necessárias para acender um LED vermelho que funciona sob a tensão de 1,8 V ou fazer funcionar uma calculadora digital que utiliza uma pilha AA?
- Na Atividade 2, sobre os potenciais-padrão de redução, vimos que alguns metais se oxidam mais facilmente do que outros. Utilize o quadro de potenciais de eletrodos-padrão para determinar, entre o zinco e o cobre, qual deles se oxida mais facilmente.
- Para o metal selecionado na questão anterior, escreva a equação da semirreação de oxidação desse metal.
- Consulte o quadro de potenciais eletrodos-padrão e localize o valor do potencial de oxidação do metal que está sendo oxidado nessa pilha.
- Combine as semirreações de oxidação e de redução e escreva a equação da reação global da pilha.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 144 - 145)

A terceira atividade experimental (AE3), denominada de 'Um exemplo de eletrólise', busca compreender como o processo de eletrólise ocorre por meio da investigação da eletrólise de uma solução aquosa de iodeto de potássio (KI) e da identificação dos produtos formados nesse processo (Figuras 6 e 7).

Figura 6 – AE3: Um exemplo de eletrólise

ATIVIDADE 5

Um exemplo de eletrólise

A eletrólise é outro exemplo de reação de oxirredução que se passa numa célula eletroquímica, assim como ocorre com as pilhas e as baterias. Enquanto nas pilhas a energia elétrica é produzida, pois a reação de oxirredução é espontânea, na eletrólise é necessário o fornecimento de energia para que a reação ocorra, pois ela não é espontânea. Para melhorar nossa compreensão desses sistemas, vamos discutir alguns conceitos.

Uma célula eletroquímica é normalmente composta de dois eletrodos, onde vão ocorrer as duas semirreações: uma de oxidação e outra de redução.

O eletrodo no qual ocorre a oxidação é chamado de anodo; o eletrodo em que ocorre a redução, catodo.

Além desses eletrodos, a célula é composta ainda de um eletrólito, que é o meio (geralmente uma solução) em que estão imersos os eletrodos e é responsável pela condução da corrente elétrica, na forma de íons, do anodo para o catodo. Para fechar o circuito, há ainda uma ligação entre os eletrodos, por onde os elétrons migram do anodo para o catodo.

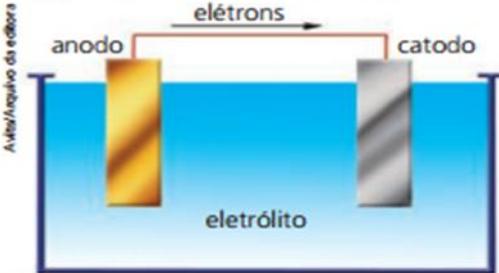


Figura 8.28 – Representação esquemática de célula eletroquímica. Os elementos não estão representados em proporção. Cores fantasia.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 152)

Figura 7 – Continuação da atividade experimental 3 (AE3)

INVESTIGAÇÃO

Evite o contato da solução de KI com a pele. Se isso ocorrer, lave com bastante água.

Nesta atividade, vocês vão investigar a eletrólise de uma solução aquosa de iodeto de potássio (KI) e identificar os produtos formados nos eletrodos.

MATERIAL

Um béquer de 250 mL, dois eletrodos de grafita, uma fonte de corrente contínua (ou uma bateria de 9 V) e fios para conexão, solução de iodeto de potássio (KI) 0,5 mol/L, papel indicador universal, fenolftaleína, um conta-gotas.

O QUE FAZER

1. Montem o dispositivo para a eletrólise utilizando o béquer. Usem, como modelo, o esquema para célula eletroquímica apresentado na **figura 8.29**.
2. Utilizando o papel indicador, verifiquem se a solução de KI é ácida, básica ou neutra (pH). Registrem o resultado no caderno.
3. Enchem o béquer com a solução de KI até chegar a 2 cm das bordas e adicionem 10 gotas de fenolftaleína.
4. Coloquem os dois eletrodos de grafita no béquer, de modo que fiquem em lados opostos.
5. Peçam ajuda ao professor para realizar as ligações, e deixem a eletrólise se processar durante aproximadamente 15 minutos.

Figura 8.29 –
Alguns materiais necessários para a atividade. A fonte pode ser substituída por uma bateria de 9 V.



REFLEXÃO

Consulte o quadro 8.1 de potenciais de eletrodos-padrão para a realização dessa atividade.

NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Listem as espécies iônicas presentes na solução antes de o processo de eletrólise ser iniciado.
2. Consultando o **quadro 8.1** de potenciais de eletrodos-padrão, sugiram as possíveis reações de oxirredução que envolvem os íons presentes inicialmente.
3. Considerando os resultados obtidos após a eletrólise (veja o 6º item, acima), escrevam as equações que representam os processos que ocorreram nos eletrodos positivo e negativo.
4. Verifiquem o número de elétrons envolvidos em cada equação e ajustem o coeficiente das espécies para balancear as cargas e as massas em cada equação.
5. Escrevam a equação que representa o processo completo da eletrólise do iodeto de potássio (KI), somando as equações obtidas para os processos de redução e de oxidação.

6. Observem o processo e anotem no caderno as modificações que forem evidentes para os dois eletrodos. Descrevam o aspecto das soluções de KI antes da eletrólise, do eletrodo positivo e do eletrodo negativo, relacionando-o com o pH da solução.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 152)

Nas seções seguintes, apresentamos os metatextos resultantes da análise e compreensão das atividades experimentais.

METATEXTO 1: PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO

Nesta categoria final, evidenciamos as práticas relacionadas à produção de investigações e/ou questões elaboradas pelos alunos, desde o início do problema até a sua finalização (Araújo, 2008). Destacamos, as PE correlacionadas a uma previsão de como os estudantes poderiam se organizar para resolver problemas, executar experimentos, coletar dados e utilizar de conceitos para explicar algum dado obtido.

Na categoria inicial, **‘Construindo dados’**, estão presentes as PE que correspondem à construção, observação ou coleta de dados (Araújo, 2008). Essas práticas foram encontradas nas atividades experimentais, nos momentos em que os autores solicitam que os estudantes anotem/registrem suas observações, façam um desenho do que observaram e reproduzam quadros ou tabelas para inserção de dados. Na Figura 8, apresentamos um exemplo dessa prática presente na AE2.

Figura 8 – Exemplo da PE: Construindo dados

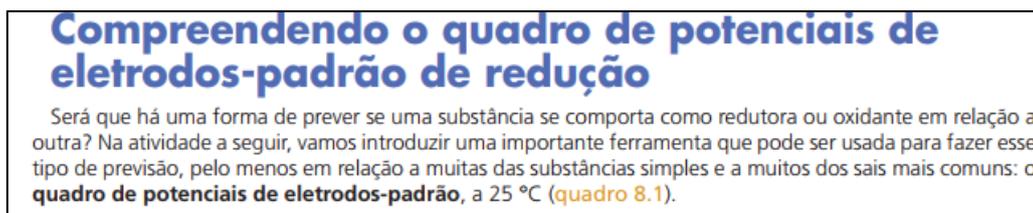
3. Exponha as partes da pilha aberta e faça um desenho das seções que a compõem, observando rigorosamente as partes.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 144)

Averiguamos que essa prática está presente nas três atividades experimentais analisadas, especificamente no item que aborda os procedimentos necessários para a realização do experimento. Os autores dos LDs orientam que os estudantes observem e anotem os dados encontrados. Consideramos essa estratégia válida e importante, pois permite aos discentes anotar com clareza suas observações e seus dados coletados. Além disso, essa prática pode auxiliar os alunos manterem o foco durante a execução do experimento e a anotarem todos os dados encontrados para utilização posterior, como nas questões que estão sempre presentes ao final da atividade.

Entretanto, é necessário cautela para que a atividade não exija dos alunos apenas a construção de dados sem sua interpretação. As atividades experimentais que exigem dos estudantes apenas a montagem dos instrumentos, as observações/coletas de dados e a apresentação de conclusões ainda são frequentes nos LDs. Enquanto, as atividades em que os alunos são solicitados a planejarem experimentos e elaborarem hipóteses ainda são raras (Mori, 2009).

A categoria inicial, **‘Problematizando e elaborando hipóteses’**, foi evidenciada na atividade experimental a partir de seu texto introdutório, como disponível na AE1. Baseado na problemática proposta, o professor pode problematizar e elaborar hipóteses com os estudantes, desenvolvendo sua aula a partir dessas PE, incentivando o protagonismo e o engajamento dos discentes.

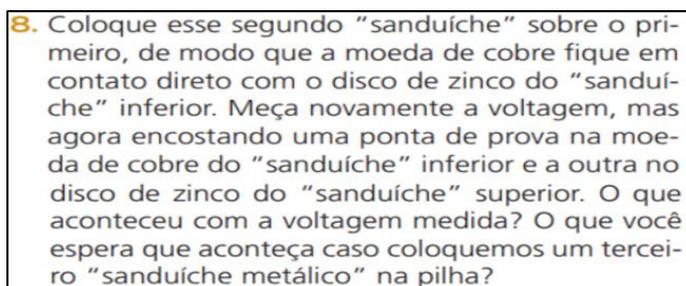
Figura 9 – Exemplo da PE: Problematizando e elaborando hipóteses

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 140)

As PE identificadas nesta categoria são reveladas quando a atividade permite que o professor promova a problematização, a partir de um problema já proposto na atividade experimental. Por meio deste problema, os estudantes podem elaborar alternativas de resposta para resolvê-lo. Para Araújo (2008), a problematização corresponde à motivação para o início da discussão.

Várias são as estratégias e abordagens para a organização de aulas com atividades experimentais. Nesta pesquisa, destacamos as atividades investigativas, que podem, ou não, serem experimentais. As atividades que conduzem os estudantes a alguma investigação são citadas no edital do PNLD de 2021. Essa abordagem de ensino pode propiciar, em sala de aula, o protagonismo dos discentes, na medida em que, os estudantes investigam a solução para um problema e elaboram hipóteses, tornando-os mais ativos durante as aulas. Logo, a abordagem investigativa pode ser evidenciada pelas PE, problematizando e elaborando hipóteses, porém o desenvolvimento dessas práticas e dessa abordagem depende da postura do docente em relação à atividade experimental.

As PE, ‘**Construindo dados e elaborando hipóteses**’, foram identificadas nos procedimentos experimentais disponíveis na AE2. Na Figura 10, apresentamos a questão que representa a junção dessas duas práticas.

Figura 10 – Exemplo da PE: Construindo dados e elaborando hipóteses

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 145)

Identificamos que, inicialmente, os autores solicitam aos alunos a observação sobre o que acontece com a medição da voltagem, essa solicitação se relaciona à Prática Epistêmica ‘Construindo dados’, na qual os alunos vão dizer se a voltagem aumentou ou diminuiu em relação ao que foi medido anteriormente. Em seguida, é solicitado aos estudantes o levantamento de possíveis respostas (hipóteses), caso fosse colocado um terceiro ‘sanduíche metálico’ na pilha. As

considerações realizadas anteriormente, para as PE encontradas separadamente, também são válidas para esse caso.

Por fim, detectamos nesta categoria final, na AE2, a PE, ‘**Considerando diferentes representações para explicar um dado**’. Na Figura 11, apresentamos a questão que representa essa prática.

Figura 11 – Exemplo da PE: Considerando diferentes representações para explicar um dado

1. Quantas pilhas iguais às que você construiu no experimento seriam necessárias para acender um LED vermelho que funciona sob a tensão de 1,8 V ou fazer funcionar uma calculadora digital que utiliza uma pilha AA?

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 145)

Nesse exemplo, os estudantes precisam dizer quantas pilhas são necessárias para acender um LED de 1,8V ou fazer funcionar uma calculadora digital de pilha AA. Essa questão pode permitir que os estudantes utilizem de duas diferentes formas de representação, são elas: a linguagem numérica para dizer quantas pilhas são necessárias e um texto escrito para explicar a quantidade de pilhas de acordo com o que foi observado na atividade experimental.

Cabe destacar que, neste trabalho, fazemos uma previsão de qual PE pode ser desenvolvida pelo docente em sala de aula para propiciar aulas mais dinâmicas e com a participação dos estudantes. Porém, o desenvolvimento das práticas propostas sempre depende da postura do professor durante as aulas. Batista (2018) considera que

as práticas epistêmicas estão diretamente associadas ao papel do professor dentro da sala, visto que ele é o responsável por proporcionar os momentos em que essas práticas se manifestam. O ambiente criado dentro da sala de aula deve ser, portanto, acolhedor e estimulante de forma que os alunos se sintam livres para dialogar, discutir e manifestar suas ideias, e o professor consiga desempenhar o papel de mediador (Batista, 2018, p. 152).

Neste metatexto, apresentamos as PE relacionadas à atividade social de Produção do conhecimento. Identificamos nas atividades experimentais quatro tipos de PE, sendo elas: Construindo dados; Problematizando e elaborando hipóteses; Construindo dados e elaborando hipóteses e Considerando diferentes representações para explicar um dado.

METATEXTO 2: COMUNICAÇÃO DO CONHECIMENTO

No metatexto 2, são apresentadas as PE relacionadas à atividade social de Comunicação do conhecimento. Essa prática envolve as discussões estabelecidas pelos grupos de alunos e as operações de textualização que são efetuadas durante essas discussões (Araújo, 2008). A Comunicação do conhecimento por meio de operações de textualização “envolve produzir enunciados, tanto orais quanto escritos, que pertencem a diferentes gêneros de texto/discurso que circulam na sala de aula” (Araújo, 2008, p. 36). Desse modo, essa categoria final compreende a

forma com que o estudante comunica os dados e conclusões obtidas por meio da atividade experimental, correspondendo, na maioria das vezes, às questões finais que são propostas nessas atividades.

Nas atividades experimentais analisadas, encontramos três categorias iniciais de PE relacionadas à Comunicação do conhecimento, a saber: Descrevendo, Classificando e Usando linguagem representacional.

A Prática Epistêmica ‘**Descrevendo**’ está relacionada à forma como os discentes fornecem as características e configurações de um evento ou objeto (Araújo, 2008). Em relação à atividade experimental, essa prática consiste na descrição do que foi observado durante a realização da atividade, como é evidenciado na questão presente na AE2 (Figura 12).

Figura 12 – Exemplo da PE: Descrevendo

10. Substitua o papel de filtro molhado por uma rodela de limão ou fatia fina de batata sobre a moeda de cobre. Pepinos em conserva também funcionam muito bem e já têm o tamanho apropriado. Sobre o limão, a batata ou o pepino, coloque um disco de zinco. Ligue o multímetro e ajuste-o para medir a voltagem em corrente contínua (DC). Coloque uma ponta de teste na moeda de cobre e a outra no disco de zinco. O que você observa?

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 145)

A presença dessa prática nas atividades experimentais pode auxiliar os estudantes a relacionarem o que foi evidenciado, em termos de aspectos visuais ou numéricos com os conceitos envolvidos na atividade, complementando e auxiliando na construção e no desenvolvimento do conhecimento científico. Polydoro (2019) considera que as atividades experimentais apresentam potencialidades para promover a alfabetização científica, assegurando aos estudantes melhor compreensão do conteúdo teórico, a criação de elos entre os conceitos e a realidade, além de sua contribuição para a divulgação do conhecimento científico.

Na categoria inicial, ‘**Classificando**’, identificamos as questões que solicitam aos estudantes a classificação de um elemento, objeto e/ou composto por regras clássicas já previstas na literatura (Araújo, 2008). Essa categoria foi identificada nas três atividades experimentais analisadas. Na Figura 13, apresentamos um exemplo dessa PE disponível na AE1.

Figura 13 – Exemplo da PE: Classificando

1. Que metal reagiu com todos os outros íons metálicos? Considerando que todas as reações deste experimento são de oxirredução, esse metal é capaz de oxidar ou de reduzir todos os íons?

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 141)

No Quadro 3, observamos que as unidades de significado, categorizadas nesta prática epistêmica, solicitam aos estudantes a classificação de um composto/elemento químico ou das

partes constituintes de uma pilha. Essa classificação pode ocorrer por meio da observação do experimento, da aplicação de conceitos ou até mesmo com base nos conhecimentos prévios dos estudantes. A questão representada pela Figura 13 solicita que o discente, por meio de sua observação da atividade, classifique qual metal reagiu com todos os íons metálicos e em seguida dizer se esse metal oxida ou reduz os íons.

Embora a prática epistêmica ‘Classificando’ esteja relacionada à categorização de um composto/elemento químico ou de partes constituintes de uma pilha, ela pode ser utilizada pelo docente para recordar/reforçar conceitos importantes da Química ou introduzir novos conceitos, sempre considerando as concepções prévias dos estudantes. Conforme Aguilar (2020), para que as PE sejam estabelecidas em sala de aula é necessário que o professor atue como mediador e indagador do conhecimento. Além disso, para a pesquisadora é fundamental que as concepções prévias dos estudantes sejam consideradas.

Na PE ‘**Usando linguagem representacional**’, categorizamos as questões que solicitam dos estudantes a utilização de simbologia química ou matemática para transpor suas observações (Araújo, 2008). Identificamos um total de dez unidades de significados presentes nas três atividades experimentais analisadas. Um exemplo dessa prática pode ser observado na Figura 14, na qual o estudante é solicitado a escrever as semirreações que representam as reações que ocorreram durante o experimento em ordem do oxidante mais potente para o menos potente.

Figura 14 – Exemplo da PE: Usando linguagem representacional

4. Escrevam, agora, apenas as reações de redução que ocorreram, por exemplo:

$$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu} (\text{s})$$

Usando os dados obtidos, coloque essas reações em ordem, do oxidante mais “potente” para o menos “potente”. Lembrem-se de que qualquer espécie que é oxidante se reduz na reação de oxirredução.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 141)

As unidades de significados classificadas nessa PE solicitam aos alunos o número de oxidação de algum elemento químico, a escrita de reações e/ou o potencial de oxidação. Isto é, as questões requerem que os discentes saibam expressar suas observações com uma linguagem representacional que é própria da Química, o que pode auxiliar na apropriação e compreensão dessa Ciência. Assim, o desenvolvimento dessa prática, junto com a realização de atividades experimentais em sala de aula, pode auxiliar na construção e apropriação do conhecimento científico, além de promover a alfabetização e o letramento científico.

Polydoro (2019) considera que as atividades experimentais apresentam potencialidades para promover a alfabetização científica, assegurando aos estudantes melhor compreensão do conteúdo teórico, a criação de elos entre os conceitos e a realidade, além de contribuir para a divulgação do conhecimento científico.

METATEXTO 3: PRODUÇÃO E COMUNICAÇÃO DO CONHECIMENTO

No metatexto 3, apresentamos questões em que as PE de Produção e Comunicação do conhecimento são evidenciadas. A identificação de questões em que essas práticas aparecem simultaneamente corroboram com Araújo (2008), quando ela compreende que na maioria das vezes, os alunos estão produzindo e comunicando o conhecimento simultaneamente. Identificamos duas categorias iniciais, são elas: Construindo dados e Descrevendo e Construindo dados e Classificando.

Na categoria inicial **‘Construindo dados e descrevendo’**, identificamos uma questão presente na AE3 (Figura 15). A primeira parte da questão requer que o estudante analise e registre as modificações que observaram nos eletrodos, referindo-se a prática epistêmica ‘Construindo dados’. Posteriormente, a questão solicita que o estudante descreva o aspecto de três diferentes soluções relacionando o pH da solução. Nessa etapa, identificamos a PE ‘Descrevendo’. Assim, essa questão permite que o aluno, além de escrever os dados obtidos com a prática, descreva o estado da solução antes e depois do processo de eletrólise e ainda associe essa descrição aos conceitos de pH.

Figura 15 – Exemplo da PE: Construindo dados e descrevendo

6. Observem o processo e anotem no caderno as modificações que forem evidentes para os dois eletrodos. Descrevam o aspecto das soluções de KI antes da eletrólise, do eletrodo positivo e do eletrodo negativo, relacionando-o com o pH da solução.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 152)

Na categoria **‘Construindo dados e classificando’**, apresentamos uma questão presente na AE2 (Figura 16). Nessa questão, os alunos são convidados a observarem o que acontece com a voltagem no momento em que as pontas de prova são invertidas, e após essa observação, eles precisam dizer qual é o polo positivo da pilha.

Figura 16 – Exemplo da PE: Construindo dados e classificando

6. Inverta as pontas de prova, colocando a vermelha (positiva) no zinco e a preta (negativa) no cobre. O que acontece com o valor medido? Quando medimos a voltagem colocando a ponta de prova vermelha no polo positivo da pilha, o sinal obtido será positivo. Identifique qual é o polo positivo da pilha.

Fonte: Mortimer *et al.* (2020, p. 145)

As observações realizadas anteriormente para as PE identificadas separadamente também são válidas quando as práticas são identificadas juntas em uma mesma questão/orientação.

Torna-se importante ressaltar que para esta pesquisa, consideramos as atividades experimentais pertencentes ao capítulo que trata da temática Eletroquímica disponível na coleção

‘Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar’, aprovada no PNLD de 2021. Detectamos como unidades de significado os textos introdutórios, procedimentos experimentais e as questões presentes ao final das atividades experimentais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, identificamos como unidades de significado os procedimentos experimentais, os textos introdutórios e as questões presentes ao final de três atividades experimentais disponíveis no capítulo ‘Armazenando energia elétrica’, pertencente à coleção ‘Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar’ aprovada no edital do PNLD de 2021.

Destacamos a relevância desta investigação para o Ensino de Ciências para compreender as Práticas Epistêmicas e como elas podem ser desenvolvidas a partir de atividades experimentais presentes em Livros Didáticos. Ou seja, compreender como as atividades experimentais, que são consideradas importantes ferramentas de ensino, estão presentes nos LDs, que ainda são muito utilizados em sala de aula por docentes e discentes, e como elas favorecem o desenvolvimento e a compreensão da natureza da Ciência. Além disso, como abordado anteriormente, em um levantamento bibliográfico realizado utilizando como descritores ‘Atividades Experimentais e Práticas Epistêmicas’ não encontramos nenhuma pesquisa que investiga as PE presentes nos LDs.

Dessa forma, averiguamos que a maioria das PE estão presentes nas questões disponíveis ao final das atividades experimentais. Esse resultado pode ser justificado pelo fato de ser nessas questões que os LDs orientam a conclusão das atividades, ou seja, o modo como os estudantes vão comunicar suas observações e simultaneamente produzir o conhecimento.

Identificamos as PE: (i) Construindo dados, Problematizando, Elaborando hipóteses, e Considerando diferentes representações para explicar um dado, relacionadas às atividades sociais de Produção do Conhecimento e (ii) Descrevendo, Classificando e Usando linguagem representacional, relacionadas às atividades sociais de Comunicação do conhecimento. Não foram identificadas práticas epistêmicas associadas à atividade social de Avaliação do conhecimento.

A AE2 denominada de ‘Explorando pilhas e baterias’ mobiliza o maior número de PE diferentes quando comparada às demais atividades experimentais, permitindo ao docente a criação de um espaço rico para discussões e desenvolvimento do conhecimento científico. As práticas identificadas neste trabalho foram mobilizadas separadamente ou juntas em uma mesma questão/orientação.

Portanto, acreditamos que o trabalho desenvolvido colabora com as pesquisas que analisam as práticas epistêmicas. Além disso, contribui para que os atuais e futuros professores da Educação Básica compreendam como esses conceitos podem ser mobilizados em sala de aula a partir dos Livros Didáticos.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, Juliana Aparecida. **Experimentação em aulas de química orgânica**: identificando práticas epistêmicas nos registros produzidos por estudantes do ensino médio. 2020. 97p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas,

Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/12397>. Acesso em: 09 jul. 2024.

ANDRADE, Rosivânia da Silva.; VIANA, Kilma da Silva Lima. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 23, n.2, p. 507-522, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SW4j3nYTyKTTGtbqJdrRDCw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 jul. 2024.

ARAÚJO, Angélica Oliveira de. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de Química**. 2008. 144p. Mestrado (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/FAEC-85BKEK>. Acesso em: 09 jul. 2024.

BATISTA, Renata da Fonseca Moraes. **O uso de abordagens histórica-investigativa na reelaboração de roteiros da Experimentoteca do CDCC-USP**. 2018.234p. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/76/76132/tde-25042019-135935/pt-br.php>. Acesso em: 09 jul. 2024.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sara Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

DIAS, Fabio Vasconcelos. **Contribuições de diferentes modalidades de atividades experimentais ao ensino e aprendizagem de Física**. 2018. 109p. Dissertação (Mestrado em Educação e Docência) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-B2XQ2H>. Acesso em: 09 jul. 2024.

GIORDAN, Marcelo. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 43-49, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/>. Acesso em: 09 jul. 2024.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. C. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/. Acesso em: 09 jul. 2024.

KELLY, Gregory. J. Inquiry, activity, and epistemic practice. In: R. DUSCHL, R; GRANDY, R. (Ed.) **Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation**. Netherlands: Sense Publishers, p. 99 - 117, 2008.

KELLY, Gregory J.; DUSCHL, Richard A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. In: **Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Nova Orleans, Louisiana, EUA**. 2002.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**: Bauru, SP, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SJKF5m97DHykhL5pM5tXzdj/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 jul. 2024.

MORAES, Roque.; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. 3 ed. rev. e ampl. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

MORI, Rafael Cava. **Análise de experimentos que envolvem Química presentes nos livros didáticos de Ciências de 1ª a 4ª séries do ensino fundamental avaliados no PNLD/2007.**

2009. 203p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009. Disponível em:

<https://www.cedoc.fe.unicamp.br/banco-de-teses/36665>. Acesso em: 09 jul. 2024.

MORTIMER, Eduardo; HORTA, Andréa; MATEUS, Alfredo; MUNFORD, Danusa; FRANCO, Luiz Franco; MATOS, Santer; PANZERA, Arjuna; GARCIA, Esdras; PIMENTA, Marcos.

Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: Materiais e energia: transformações e conservação. 1 ed. São Paulo: Scipione, 2020.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. v.12, n.1, p. 139- 156,

2010. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/31>. Acesso em: 09 jul. 2024.

POLYDORO, Agda Melania. **Indicadores de alfabetização científica identificados nas atividades experimentais propostas em livros didáticos de ciências nos anos iniciais.** 2019.

81p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2019. Disponível em:

<https://repositorio.cruzeirodosul.edu.br/jspui/handle/123456789/265>. Acesso em: 09 jul. 2024.

ROSA, Marcelo D’Aquino. O programa nacional do livro didático (PNLD) e os livros didáticos de ciências. **REPPE: Revista do Programa de Pós-Graduação em Ensino**, v. 1, n. 2, p. 132-

149, 2017. Disponível em: <https://seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/914>. Acesso em: 09 jul. 2024.

SANDOVAL, William. A. Students’ uses of data as evidence in scientific explanations. In: **Annual Meeting of the American Educational Research Assn**, Seattle, WA. 2001.

SANDOVAL, William. A. Understanding students’ practical epistemologies and their Influence on learning through inquiry. **Wiley Periodicals**, 2005.

SANTOS, Juliana Cristina. dos; ALVES, Luis Francisco Angeli; CORREA, João Jorge; SILVA, Everton Ricardi Lozano. Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do ensino médio de Cascavel, Paraná. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 311-

322, 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cXDb9BH4ZJ946xrFtJzhSFL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 09 jul. 2024.

SILVA, Adjane da Costa Tourinho e. **Estratégias enunciativas em salas de aula de química: Contrastando professores de estilos diferentes.** 2008. 477p. Tese (Doutorado em Educação) -

Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/FAEC-84KND6>. Acesso em: 09 jul. 2024.

SILVA, Maíra Batistoni e. **A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia.** 2015. 253p. Tese (Doutorado em Educação) -

Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em:

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-20052015-100507/pt-br.php>. Acesso em: 09 jul. 2024.

Recebido em: 16 de julho de 2024

Aprovado em: 18 de novembro de 2024