

## **A PESQUISA SOBRE LIVROS DIDÁTICOS: APRESENTANDO O PROJETO 2061**

---

**ANIKE A. ARNAUD**

Universidade de São Paulo  
anikearnaud@yahoo.com.br

**CARMEN FERNANDEZ**

Universidade de São Paulo  
carmen@iq.usp.br

### **RESUMO:**

O livro didático tem sido apontado como um dos recursos didáticos mais presente nas escolas brasileiras, por vezes ocupando um papel central no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, várias pesquisas investigam a qualidade dos livros utilizando diferentes metodologias de análise. Neste trabalho busca-se apresentar um instrumento de avaliação de livros didáticos, desenvolvido pelo projeto 2061 da Associação Americana para o Avanço da Ciência. Esse instrumento foi utilizado para investigar em que medida os livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático fornecem suporte ao processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de oxirredução. Por fim, discute-se aproximações e distanciamentos do instrumento para as principais metodologias usadas na pesquisa sobre o livro didático no contexto brasileiro.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

AAAS, metodologia, reações redox.

### ***THE RESEARCH ON TEXTBOOKS: INTRODUCING PROJECT 2061***

---

### **ABSTRACT:**

The textbook has been pointed like one of the educational resources more present in the Brazilian schools, for times occupying a central paper in the process of teaching-learning. In this form, several inquiries investigate the quality of the books, when different methodologies of analysis are used. In this work there aims to present an instrument of evaluation of textbooks, developed by the project 2061 of the American Association for the Advancement of the Science. This instrument was used to investigate to what extent the books approved by the National Program of the Textbook provide support for the process of teaching-learning of the redox content. Finally, approximations and distancing of the instrument are discussed for the principal methodologies used in the inquiry on the textbook in the Brazilian context.

### **KEYWORDS:**

AAAS, methodology, redox reactions.

## **1. INTRODUÇÃO**

O livro didático (LD) é um dos recursos mais presentes nas escolas brasileiras e frequentemente ocupa um papel de destaque, podendo influenciar os conteúdos, atividades,

experimentos e avaliações utilizados em sala de aula. Dada a sua relevância, é essencial monitorar a qualidade dos livros que chegam às escolas e avaliar o suporte que eles oferecem ao ensino.

Na área de ensino de ciências, além das iniciativas do Programa Nacional do Livro Didático, as pesquisas assumiram a responsabilidade de avaliar a qualidade dos livros didáticos. Em um estudo conduzido por Ferreira e Seles (2015), foi realizado um mapeamento em periódicos nacionais da área. Eles destacaram que as escolhas teóricas para a análise dos livros refletem a evolução do campo. As análises concentram-se em investigar aspectos conceituais, seguindo a tendência das concepções alternativas, elementos da história e filosofia da ciência, bem como a análise dos modelos mentais. Segundo os autores, os livros costumam ser analisados predominantemente com base no que lhes "falta", utilizando critérios das ciências referência, nesse processo "os materiais deixam de ser compreendidos a partir dos objetivos sociais que lhes deram origem, fazendo com que os livros didáticos dificilmente correspondam às exigências pretendidas" (Ferreira; Selles, 2015, p. 8).

Schirmer e Sauerwein (2017) apontam que, apesar do grande número de pesquisas sobre livros didáticos, são poucas as propostas que utilizam os resultados já obtidos em pesquisas para oferecer soluções aos problemas que foram diagnosticados. Portanto, é fundamental considerar esses resultados para aprimorar a pesquisa e a seleção dos livros.

Nessas pesquisas, é possível observar a diversidade de metodologias de análise que são utilizadas para investigar diferentes aspectos dos livros didáticos. Especificamente para os livros didáticos da área de ciências exatas e naturais, destacam-se produções que utilizam teorias como: Marcas Textuais (Silva; Martins, 2009), a Teoria Ator-Rede (Coutinho; Silva, 2014), a Teoria Antropológica do Didático (Bittar, 2017; Silva, 2020), a Teoria da Transposição Didática (Carvalho; Cunha, 2017; Silva; Chagas, 2017) Análise de Discurso (Nascimento; Martins, 2005; Galieta, 2013, Lima; Ostermann; Cavalcanti, 2017), e, majoritariamente a Análise de Conteúdo para criação de critérios próprios (Vasconcelos; Souto, 2003; Dominguiuni; Ortigara, 2010; Bandeira; Stange; Santos, 2012, Melo *et al.*, 2020).

Fora do contexto nacional várias iniciativas também procuraram avaliar a qualidade dos LD em países como a Grécia (Gkitzia *et al.*, 2011), Paquistão (Mahmood, 2011), Turquia (Kahveci, 2010), Coréia do Sul (Litz, 2000), Irã (Hasani, 2016), entre outros. Destaca-se também o Projeto

2061 desenvolvido pela Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS, da sigla em inglês American Association for The Advancement of Science) que atua principalmente nos Estados Unidos.

O instrumento de análise dos livros didáticos do Projeto 2061 foi empregado em uma pesquisa de mestrado para avaliar em que medida o livro didático de química aprovado pelo PNLD 2018 oferece suporte para o ensino do conteúdo de oxirredução. Neste trabalho, o objetivo é apresentar o instrumento do Projeto 2061 como uma metodologia de análise, estabelecendo uma breve comparação com outras abordagens utilizadas no contexto brasileiro. Para isso, são fornecidas uma breve descrição das metodologias mencionadas, detalhes sobre o instrumento utilizado, os resultados da análise dos livros de química e uma discussão comparativa com outras pesquisas que se concentram na análise de livros didáticos.

## **2. PRINCIPAIS METODOLOGIAS DE ANÁLISE EM LIVROS DIDÁTICOS**

Dentro do cenário brasileiro, nas pesquisas que investigam os livros didáticos de ciências da natureza, química, física e biologia, a diversidade de metodologias de análise possibilita a identificação de vários aspectos desse recurso. Silva e Martins (2009), por exemplo, empregam marcas textuais (ou indícios textuais) para discernir a postura epistemológica dos autores dos livros didáticos. Os autores descrevem as marcas textuais como “uso de certas palavras, expressões, frases e referências explícitas a processos ou procedimentos metodológicos, dentre outras, que nos remetem a uma postura epistemológica do livro” (Silva; Martins, 2009, p. 226). As marcas textuais podem ser encontradas nos textos, citações, diagramas, exemplos, experimentos e exercícios, sendo validadas ao serem submetidas a um especialista para garantir acordo na categorização realizada pelos analistas. Utilizando essa metodologia, os autores conseguiram identificar evidências sobre a epistemologia expressa nas descrições das apresentações sobre ciência no livro didático, bem como a epistemologia em prática (Silva; Martins, 2009).

A Teoria Antropológica do Didático (TAD) também tem sido empregada como base teórica para analisar livros didáticos, especialmente na área de matemática. Bittar (2017) destaca que o procedimento da TAD consiste em cinco fases principais: a escolha do livro a ser analisado, a separação entre Curso e Atividades Propostas (divisão do material para análise), a elaboração/identificação do quarteto praxeológico e a análise das organizações modeladas.

Segundo a autora, a TAD possibilita modelar a atividade matemática presente em um livro didático, levando em consideração variáveis essenciais para tal estudo, como a instituição e o indivíduo. Silva e colaboradores (2020) também utilizam a TAD para análise do conceito químico geometria molecular e destacam que “conteúdos de química podem ser analisados segundo uma lógica didático-pedagógica que considera a articulação dos blocos do saber-fazer e do saber em favor da aprendizagem” (Silva *et al.*, 2020, p. 10).

Coutinho e Silva (2014) apresentam a Teoria Ator-Rede (TAR) para investigar os efeitos de uma interação em rede nas estratégias argumentativas. Segundo os autores, na TAR o foco é “traçar como diferentes entidades se reúnem, formando associações e exercendo forças, e persistindo ou declinando no tempo e assim mostrar como as coisas são performadas, mais do que tentar explicar porque elas são do modo que são.” (Coutinho;Silva, 2014, p. 533-534). Os autores concluem que os livros investigados procuram fortalecer o conhecimento científico, pois esse, até certo ponto, configura-se como um porta-voz da ciência.

Carvalho e Cunha (2017) examinam um texto de divulgação científica em um livro didático usando a Teoria da Transposição Didática (TTD). Este método investiga a presença de oito elementos fundamentais para o processo de textualização dos conhecimentos da TTD: despersonalização, desincretização, descontextualização, publicidade, criações didáticas, relação antigo/novo, programabilidade de aquisição do saber, envelhecimento moral e biológico do saber. Segundo as autoras, a inclusão de textos de divulgação científica nos livros didáticos demonstra um interesse em expandir perspectivas e informações, reduzindo a distância entre o conhecimento científico e o ensino de ciências. Silva e Chagas (2017) utilizam a TTD para realizar uma análise de conteúdo em um livro de ensino superior considerado como saber sábio e em livros didáticos de educação básica como saber a ser ensinado. Eles destacam que a TTD permitiu identificar a ideia de simplificação, um fenômeno comum no ensino médio que pode levar a distorções e erros conceituais.

A Análise do Discurso (AD), seja da linha francesa, bakhtiniana ou com elementos da retórica, também é empregada em pesquisas sobre livros didáticos. Galieta (2013) desenvolve categorias analíticas para caracterizar os gêneros textuais de um livro didático e um texto de divulgação científica usando a AD. O processo da autora envolve a constituição do corpus, descrição do corpus de análise, interpretação do objeto discursivo e identificação das formações discursivas nos textos

investigados. Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017) aplicam os pressupostos da teoria bakhtiniana para analisar abordagens, conceitos e visões epistemológicas sobre física quântica em livros didáticos. Sua metodologia inclui a identificação do enunciado, uma leitura preliminar do enunciado, descrição do contexto extraverbal e análise bakhtiniana do enunciado, utilizando um roteiro com 7 perguntas específicas para o tema escolhido pelos autores. Nascimento e Martins (2005) incorporam elementos da retórica crítica, que se concentra na interação entre o texto e seu contexto na construção de significados pelos sujeitos. As categorias de exigências, autoria, audiência e ausências permitiram às autoras concluir que o livro didático se constitui e se relaciona com outros discursos além do discurso científico de referência, revelando a existência de vários leitores implícitos, e que a escolha de certos conteúdos acaba por excluir outros.

A Análise de Conteúdo (AC), especialmente seguindo os princípios de Bardin (2011), é amplamente utilizada em pesquisas sobre livros didáticos. Segundo Dominguni e Ortigara (2010), metodologicamente, a AC é dividida em três etapas: pré-análise, inferência e interpretação, sendo que cada estudo constrói diferentes categorias com base nos objetivos propostos. Por exemplo, Vasconcelos e Souto (2003), devido ao limitado acesso dos professores e à escassez de instrumentos de análise de livros didáticos, propuseram critérios para a análise do conteúdo zoológico. Esses critérios foram estabelecidos considerando os Parâmetros Curriculares Nacionais e o Programa Nacional dos Livros Didáticos e foram analisados em relação aos eixos prioritários definidos: conteúdo teórico, recursos visuais, atividades propostas e recursos adicionais. A metodologia deles consiste em investigar a presença desses critérios (um exemplo de critério: grau de coerência entre as informações apresentadas) em cada um dos eixos.

Bandeira, Stange e Santos (2012) basearam-se no Guia do Livro Didático do PNLD, nas Diretrizes Curriculares de Ciências do Estado do Paraná e na literatura da área para propor critérios de avaliação para livros didáticos. Eles propõem categorias como: conteúdos - aspectos teórico-metodológicos; recursos visuais; atividades - aspectos pedagógico-metodológicos; e avaliação. Cada categoria possui critérios específicos (um exemplo de critério é: incentivo à postura de respeito ao ambiente). Os autores também propõem o uso de uma escala semântica baseada no Sistema Nacional de Avaliação de Ensino Superior (SINAES) para classificar os livros didáticos, indo desde "totalmente insatisfatório" até "totalmente satisfatório" (Bandeira; Stange; Santos, 2012).

Por sua vez, Melo e colaboradores (2020) tinham como objetivo investigar a presença de aspectos behavioristas nos livros didáticos. Para isso, propuseram critérios baseados nas teorias de Guthrie, Watson e Skinner. De acordo com os autores, o livro analisado apresenta uma forte influência behaviorista, o que pode ser “um interessante parâmetro para se levar em consideração no momento de adoção do mesmo pelos professores no ensino de Física, mas permite também questionar sobre tal influência noutros livros de Física e, inclusive, de Química [...]” (Melo *et al.*, 2020, p. 200).

Neste trabalho, não se pretende apresentar todas as teorias e metodologias utilizadas na pesquisa sobre livros didáticos, mas optou-se por destacar aquelas cujos autores descrevem as etapas de investigação e são mais frequentemente encontradas nas pesquisas. Além disso, é importante enfatizar que a diversidade de teorias apresentadas destaca elementos úteis não apenas para pesquisas na área de ensino de ciências, mas também para os professores no momento da seleção dos livros didáticos do PNLD. Na sequência, será apresentada outra metodologia que pode ser utilizada em pesquisas empíricas e como ferramenta para a escolha dos livros didáticos, o Projeto 2061 da AAAS.

### **3. O PROJETO 2061**

Esse artigo descreve uma pesquisa qualitativa desenvolvida com o objetivo de investigar se os livros didáticos, presentes na educação básica brasileira, fornecem suporte para o ensino e aprendizagem de conceitos de Química, especificamente relacionados ao conteúdo de Oxirredução. Para isso, foram analisados livros de Química do Programa Nacional do Livro Didático (quadro 2), buscando-se elementos presentes no instrumento de análise de materiais didáticos proposto pelo Projeto 2061, que será descrito a seguir. Cabe destacar que mais informações sobre a metodologia adotada no trabalho são fornecidas no tópico 3.1 deste artigo.

O Projeto 2061, implementado nos Estados Unidos, tem como objetivo pesquisar e desenvolver iniciativas para aprimorar a educação científica no país, envolvendo políticos, pesquisadores, professores e recursos didáticos. O projeto tem a meta de garantir que todos os cidadãos norte-americanos estejam alfabetizados em ciência, tecnologia e matemática até o ano de 2061 (ano em que será possível observar novamente a passagem do cometa Halley). Para alcançar esse objetivo, o projeto adota diversas iniciativas, sendo uma delas a ferramenta "Livros

didáticos de ciências de nível médio: uma avaliação baseada em pontos de referência". Essa ferramenta, desenvolvida por especialistas, é utilizada para avaliar se os livros didáticos mais comuns nos Estados Unidos ajudam os estudantes a compreenderem ideias científicas, além de identificar seus pontos fortes e fracos.

O método empregado na avaliação passa por um processo de validação (Kulm; Grier, 1998) e envolve seis fases principais. Na primeira fase, pesquisadores e professores experientes, que passaram por treinamentos específicos, são convidados a seguir criteriosamente os padrões de avaliação. Nas fases subsequentes, esses profissionais avaliam se as coleções didáticas mais utilizadas no ensino médio são eficazes para alcançar os objetivos de aprendizagem ou pontos de referência. A equipe de avaliação verifica se o conteúdo dos materiais atende a esses pontos de referência e classifica-os. Cada avaliação de livro resulta em um relatório específico, que é posteriormente divulgado na página do projeto.

O procedimento de avaliação consiste em verificar se os livros contêm sete aspectos específicos do processo educacional, considerados essenciais no ensino e aprendizagem de conceitos científicos e matemáticos. Esses aspectos incluem: I. Identificando e mantendo um propósito, II. Levando em consideração as ideias dos estudantes, III. Envolvendo os estudantes com fenômenos relevantes, IV. Desenvolvendo e usando ideias científicas, V. Promovendo o pensamento dos estudantes sobre conhecimentos, fenômenos e experiências, VI. Avaliando o progresso e VII. Melhorando o ambiente de aprendizagem da ciência.

No primeiro aspecto I. Identificando e mantendo um propósito, o processo de avaliação determina se o material didático tenta tornar os objetivos explícitos e significativos para os alunos, seja no próprio texto de apresentação de um conteúdo específico ou através de sugestões feitas ao professor. O aspecto II. Levando em conta as ideias dos estudantes, investiga se nos livros há sugestões específicas para identificar e abordar as ideias científicas mais comuns, chamadas de ideias-chave, e o quanto o livro leva em consideração as concepções prévias e/ou alternativas dos alunos. No aspecto III. Envolvendo os alunos com fenômenos relevantes, identifica-se se o LD relaciona essas ideias comuns a uma variedade de fenômenos relevantes e se a apresentação desses fenômenos oferece uma experiência "mão-na-massa" e compreensível. O aspecto IV. Desenvolvendo e Usando Ideias Científicas consiste em critérios para determinar se o material expressa e desenvolve as ideias-chave de forma acessível, compreensível e prática em contextos

variados para os estudantes. No aspecto V. Promovendo o Pensamento dos Estudantes sobre Fenômenos, Experiências e Conhecimento identifica-se se o livro oferece aos estudantes oportunidades para expressar, refletir e remodelar suas ideias, bem como orientações para desenvolver uma compreensão sobre o que estão experienciando. O aspecto VI. Avaliando o progresso analisa se o material didático apresenta uma variedade de instrumentos avaliativos alinhados e que considerem os objetivos abordados no material. Por fim, no aspecto VII. Melhorando o ambiente de aprendizagem da ciência, investiga-se se os recursos apresentados no material didático aprimoram o uso por todos os alunos.

**Quadro 1. Categorias do Projeto 2061**

Aspectos	Categorias
I. Identificando e mantendo um sentido de propósito	a) Transmitindo o propósito da unidade. O material transmite um sentido geral de propósito e direção que seja compreensível e motivador para os estudantes?
	b) Transmitindo o propósito da atividade. O material transmite o objetivo de cada atividade e estabelece relações com as demais atividades?
	c) Justificando a sequência de atividade. O material inclui uma sequência lógica ou estratégica de atividades?
II. Levando em conta as ideias dos estudantes	d) Atendendo aos conhecimentos e habilidades prévias. O material especifica conhecimentos ou habilidades prévias que são necessários para a aprendizagem dos conteúdos?
	e) Alertando o professor sobre as ideias comuns dos estudantes. O material alerta os professores sobre as ideias mais comuns dos estudantes relacionadas ao conteúdo?
	f) Ajudando o professor a identificar as ideias dos alunos. O material inclui sugestões para os professores identificarem o que seus alunos pensam sobre fenômenos familiares relacionados ao conteúdo antes que as ideias científicas sejam introduzidas?



	g) Abordando ideias comuns. O material aborda explicitamente (para os alunos) ideias comuns relacionadas ao conteúdo?
III. Envolvendo os alunos com fenômenos relevantes	h) Fornecendo variedade de fenômenos. O material fornece fenômenos múltiplos e variados para apoiar a ideia de referência (os objetivos do currículo)?
	i) Fornecendo experiências reais. O material inclui experiências do tipo mão-na-massa com fenômenos (quando experimentais) e proporciona aos alunos um sentido inteligível do fenômeno quando as experiências não podem ser de mão-na-massa?
IV. Desenvolvendo e Usando Ideias Científicas	j) Introduzindo termos de forma significativa. O material introduz termos técnicos apenas em conjunto com a experiência, com as ideias ou processos e apenas conforme necessário para facilitar o pensamento e promover uma comunicação eficaz?
	k) Representando ideias efetivamente. O material inclui representações apropriadas das ideias de referência?
	l) Demonstrando o uso do conhecimento. O material demonstra/modela ou inclui sugestões para professores sobre como demonstrar/modelar habilidades ou o uso do conhecimento?
	m) Fornecendo prática. O material fornece tarefas/perguntas para os alunos praticarem habilidades ou uso do conhecimento em uma variedade de situações?
V. Promovendo o Pensamento dos Estudantes	n) Incentivando os alunos a explicarem suas ideias. O material inclui rotineiramente sugestões para que cada aluno possa expressar, esclarecer, justificar e representar suas ideias? São feitas sugestões para quando e como os alunos receberão comentários dos colegas e do professor?

sobre Fenômenos, Experiências e Conhecimento	o) Orientando o raciocínio dos alunos. O material inclui tarefas e/ou sequências de perguntas para orientar a interpretação e o raciocínio dos alunos sobre experiências com fenômenos e leituras?
	p) Incentivando os alunos a pensarem sobre o que aprenderam. O material sugere maneiras para que os alunos verifiquem o seu próprio progresso?
VI. Avaliando o progresso	q) Alinhando-se aos objetivos. Assumindo uma correspondência de conteúdo entre o material curricular e o programa, os itens de avaliação incluídos se relacionam com o programa?
	r) Testando a compreensão. O material avalia a compreensão de ideias do programa e evita permitir aos alunos uma saída trivial, como repetir um termo ou frase memorizada do texto sem entender?
	s) Informando a instrução. Algumas avaliações estão inseridas no currículo ao longo do caminho, com conselhos aos professores sobre como eles podem usar os resultados para escolher ou modificar atividades?
VII. Melhorando o ambiente de aprendizagem da ciência	t) Fornecendo o suporte de conteúdo ao professor. O material promove ajuda aos professores para melhorar suas compreensões da ciência, da matemática e da tecnologia necessárias para o ensino do conteúdo?
	u) Incentivando curiosidades e questionamentos. O material ajuda professores a criar um ambiente de sala de aula que acolhe a curiosidade dos alunos, recompensa a criatividade, encoraja um espírito de questionamento saudável e evita o dogmatismo?
	v) Apoiando todos os alunos. O material ajuda os professores a criarem uma comunidade de sala de aula que encoraja expectativas elevadas para todos os alunos, que permite que todos os estudantes experimentem sucesso e que proporcione a todos os alunos um sentimento de pertencimento na sala de aula de ciências?

**Fonte: Traduzido pelas autoras (Arnaud, 2019) da página do Projeto 2061.**

Para cada um dos sete aspectos, o instrumento apresenta duas a quatro categorias para identificar o quanto o livro considera ou não aquele aspecto de aprendizagem específico. Essas categorias estão detalhadas no quadro 1. Além disso, o instrumento de avaliação possibilita a classificação do quanto o material didático atende a cada aspecto, usando indicadores para medir o cumprimento das categorias. Conseqüentemente, o livro pode ser classificado como excelente, satisfatório ou insatisfatório, com base no número de indicadores encontrados durante a avaliação.

### 3.1. UTILIZANDO O INSTRUMENTO DO PROJETO 2061

A seguir, são apresentados os resultados da pesquisa que buscou determinar se os livros didáticos de química aprovados pelo PNLD oferecem suporte ao ensino. Para entender como o procedimento de análise foi conduzido, é necessário considerar alguns pontos importantes. Primeiramente, optou-se por investigar os livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018, pois eles refletem a maioria das seleções feitas em editais anteriores. Por essa razão, os livros de ciências da natureza do PNLD 2021 não foram analisados. Isso ocorreu tanto porque, no momento da pesquisa, essas coleções ainda estavam sendo avaliadas, quanto porque considera-se que há uma grande diferença entre os livros atuais e a proposta do PNLD.

Outro ponto, as categorias ‘e’ e ‘g’ se referem diretamente às concepções alternativas relatadas na literatura. Como existem várias concepções alternativas relatadas no ensino de reações redox, optou-se por selecionar aquelas mais discutidas na literatura (Autor, ano) e que são descritas em quatro ou mais pesquisas, que seriam: a) Reação redox descrita como transferência de oxigênio (Bueso; Furió; Mans, 1988; Freire *et al.*, 2011; Garnett; Treagust, 1992a; Goes; Fernandez; Agostinho, 2016; Klein; Braibante, 2015; Schmidt, 1997; b) Os processos de oxidação e redução podem ocorrer de maneira independente (Caamaño, 2007; Freire *et al.*, 2011; Garnett; Treagust, 1992a; Goes; Nogueira; Fernandez, 2020; Klein; Braibante, 2015); c) Os elétrons se movem através da solução sem o auxílio de íons (Garnett; Treagust, 1992a; Ogude; Bradley, 1994; Ogude; Bradley, 1996; Sanger; Greenbowe, 1997); d) A ponte salina fornece elétrons para completar o circuito (Caamaño, 2007; Freire *et al.*, 2011; Garnett; Treagust, 1992b; Klein; Baibrante, 2015; Lin *et al.*, 2002; Sanger; Greenbowe, 1997).

É importante apontar, também, que os livros analisados correspondem apenas às coleções de Química do PNLD 2018. Dessa forma, compõem este estudo as coleções descritas no quadro 2.

**Quadro 2. Coleções aprovadas no PNLD**

Coleção	Autores	Livros	Código
Química - Ciscato, Pereira, Chemello e Proti	Carlos Alberto M. Ciscato, Luis Fernando Pereira, Emiliano Chemello e Patricia Barrientos Proti.	2	CP
Química	Eduardo F. Mortimer e Andréa Horta Machado.	2	MM
Química	Martha Reis.	1, 2 e 3	MR
Química Cidadã	Wildson Luiz P. dos Santos, Gerson de S. Mól, Siland M. F. Dib, Roseli T. Matsunaga, Sandra Maria de O. Santos, Eliane N. F. de Castro, Gentil de S. Silva e Salvia B. Farias.	3	QC
Ser Protagonista	Lia M. Bezerra; Julio Cezar F. Lisboa, Aline Thaís Bruni, Ana Luiza P. Nery, Rodrigo M. Liegel e Vera Lúcia M. Aoki.	1, 2 e 3	SP
Vivá- Química	Vera Lucia D. de Novais e Murilo T. Antunes.	2	VV

**Fonte: Secretaria de Educação Básica. Portaria nº 62, de 1º de agosto de 2017.**

Em síntese, foram examinados os capítulos relacionados ao tema de oxirredução nas coleções de química do PNLD 2018, bem como no Caderno de Apoio Pedagógico (CAP). Para cada capítulo e caderno de apoio pedagógico, foram escolhidos trechos que indicassem se o aspecto em questão era ou não abordado na coleção. Ao final da análise, foi possível determinar quais aspectos estavam presentes, parcialmente presentes ou ausentes em cada uma das coleções, como detalhado no quadro 3. A seguir, são apresentados alguns exemplos de como cada aspecto foi encontrado nos livros didáticos, usando exemplos de uma coleção específica para ilustrar cada caso.

**3.2. ASPECTO I. IDENTIFICANDO E MANTENDO UM SENTIDO DE PROPÓSITO**

Na coleção MM, a introdução do capítulo de reações redox discute a importância do estudo dessas reações. O Caderno de Apoio Pedagógico da coleção também destaca a escolha do texto: “Como o texto pretende estimular os alunos à aprendizagem de novas ideias há alguns fatos anunciados sobre situações do cotidiano de todos nós, com o intuito de instigar o questionamento da turma sobre muitos aspectos desses fatos” (MM, 2, p. 352)

O objetivo das atividades experimentais também é apresentado, em geral, antecedendo ao experimento, por exemplo, na primeira atividade será estudado a ação do ácido ascórbico sobre o iodo. O CAP do livro destaca para o professor que o experimento “foi planejado para que o aluno tenha condição de observar um fenômeno envolvendo mudanças visuais muito nítidas e bonitas (MM, 2, p.352).

A escolha dos textos também é justificada no CAP da coleção. Um exemplo é o texto “Algumas informações sobre o grupo do iodo – os halogênios”, os autores da coleção apresentam que o texto responde a vários propósitos:

Como propósito central, apresentar a possibilidade da existência de vários valores para o estado de oxidação de uma espécie química, fato que ocorre com muita frequência, para vários elementos. [...]

Apresentar informações sobre o iodo e seus parceiros na tabela periódica, suas propriedades e seus estados físicos. [...]

Favorecer o uso e a aplicação da tabela periódica. (MM, 2, p. 353)

Portanto, considera-se que o capítulo de oxirredução da coleção MM contempla satisfatoriamente as categorias do aspecto I do instrumento de avaliação.

### **3.3. ASPECTO II. LEVANDO EM CONTA AS IDEIAS DOS ESTUDANTES**

Na coleção CP, observa-se que as concepções alternativas que são encontradas no livro destinado ao aluno são destacadas também no livro do professor. No CAP especifica-se que “são mostrados possíveis conhecimentos prévios que podem ser apresentados pelos alunos em relação a esses tópicos e, ao longo do capítulo, são indicados os momentos em que essas questões devem ser retomadas.” (CP, 2. p. 117). Dessa forma, os textos destacados atendem adequadamente as categorias ‘d’, ‘e’ e ‘f’.

Com relação às concepções alternativas, no CAP da coleção CP há uma seção de Orientações onde descrevem-se conhecimentos prévios que os alunos deveriam manifestar e uma seção de Apoio onde as referências bibliográficas citadas ao longo do CAP são listadas. Especificamente para

o capítulo de reações redox apresenta-se a concepção alternativa ‘processos de oxidação e redução ocorrendo de maneira independente’ e outras como “A pilha transmite energia para a lâmpada acender”; “As baterias, assim como as pilhas, são também dispositivos que geram eletricidade”; e “Na superfície dos eletrodos inertes não ocorre reação”. As publicações que discutem as concepções apresentadas são referenciadas no CAP da coleção CP. Para as concepções selecionadas neste estudo têm-se que:

A. Reação redox entendida como transferência de oxigênio

O livro não apresenta para os estudantes nem cita no CAP da coleção para o professor essa concepção alternativa específica. Porém, considera-se que a coleção auxilia na abordagem dessa concepção pois, das quinze reações redox apresentadas no capítulo, em cinco delas o oxigênio é um agente oxidante ou redutor da reação.

Além disso, a reação que introduz os conceitos de oxidação e redução é a reação do cobre metálico em uma solução de nitrato de prata:  $\text{Cu}_{(s)} + 2 \text{AgNO}_{3(aq)} \rightarrow 2 \text{Ag}_{(s)} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2(aq)$ . O oxigênio está presente nessa reação, porém o uso dela pode ajudar a elucidar que a presença do oxigênio não é condição necessária para que reações de oxirredução ocorram, uma vez que nessa reação o oxigênio não reduz nem oxida. Isso também é ressaltado pelo livro que acrescenta: “Uma vez que os íons nitrato ( $\text{NO}_3^-(aq)$ ) não participam efetivamente da reação de oxirredução nem perdendo nem recebendo elétrons (...)” (CP, 2, p. 120).

B. Os processos de oxidação e redução podem ocorrer de maneira independente

Esta é uma das concepções alternativas apresentadas no CAP da coleção CP, demonstrando uma atenção em elucidá-la ao longo do capítulo de reações redox. Ademais, ao descrever os objetivos de aprendizagem destaca-se que os alunos deverão “perceber a simultaneidade dos processos de oxidação e redução em uma reação redox” (CP, 2, p.316). Ao retomar o texto do capítulo, os autores da coleção destacam ao professor: “além de definir os conceitos de oxidação e redução, evidenciar a simultaneidade em que esses dois processos ocorrem em uma reação de oxirredução” (CP, 2, p.317), retomando a referência do estudo dessa concepção.

Essa concepção também é abordada na introdução do capítulo, em:

A oxidação dos átomos de cobre e a redução dos íons  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  ocorrem simultaneamente. Assim, para cada íon  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  formado, dois elétrons são cedidos a dois íons  $\text{Ag}^+(\text{aq})$ , gerando dois átomos de prata metálica. (CP, 2, p.119)

C. Os elétrons se movem através da solução sem o auxílio de íons

Analisou-se duas abordagens possíveis para esta concepção, a primeira com relação ao fluxo de elétrons no fio metálico do circuito externo, e a segunda aos íons presentes em solução aquosa. Com relação ao CAP, na coleção destaca-se um vídeo que pode ser utilizado para esclarecer como as pilhas funcionam destacando ao final o fluxo de elétrons no fio elétrico. Já no capítulo específico é descrito que “um fio condutor elétrico conecta os dois polos e permite o fluxo espontâneo de elétrons do polo negativo para o polo positivo da pilha” (CP, 2, p.137).

As representações didáticas utilizadas no livro apresentam legendas para cada uma das partes que compõem a pilha, ademais, o sentido do fluxo é exemplificado por meio de setas. Entretanto, o livro não aborda diretamente essa concepção alternativa, mas é explicado a função da ponte salina no fechamento do circuito elétrico e garantia da neutralidade elétrica das soluções. Nesse caso, os cátions e ânions da ponte salina “migram para essa solução e a neutralizam – do ponto de vista das cargas elétricas.” (CP, 2, p.138)

D. A ponte salina fornece elétrons para completar o circuito

No CAP da coleção não se aborda essa concepção alternativa, nem se discute a função da ponte salina. Já a abordagem no capítulo de reações redox discute os dois papéis da ponte salina, porém nas representações utilizadas sobre as pilhas não se discute como se dá o fluxo de íons. Além disso, salienta-se que na descrição da função da ponte salina destaca-se a garantia da neutralidade elétrica da solução e a movimentação dos íons nas soluções catódicas e anódicas, do ponto de vista das cargas elétricas. Contudo, não se discute a diferença entre a expressão ‘cargas elétricas’ e número de oxidação, ou seja, entende-se que a forma como é abordada pode dificultar o entendimento da função da ponte salina.

### **3.4. ASPECTO III. ENVOLVENDO OS ALUNOS COM FENÔMENOS RELEVANTES**

A abordagem do conteúdo de oxirredução na coleção MR envolve diversos fenômenos como: formação de cloreto de sódio, formação do metano, formação de gás carbônico, metais, pilhas e baterias, produção de elementos químicos, decomposição de lixo orgânico, antioxidantes

em alimentos, tintura de cabelo e o bafômetro. Entretanto, os fenômenos que são utilizados na explicação do conteúdo são: no primeiro ano a formação do cloreto de sódio, metano e do gás carbônico; no segundo ano as pilhas e baterias. Os outros fenômenos são utilizados apenas na exemplificação dos fenômenos cotidianos.

São apresentados dois experimentos no desenvolvimento do conteúdo de oxirredução na coleção MR. A primeira trata da construção de uma pilha caseira para observar a transferência de elétrons. Essa atividade é dividida em duas partes, a parte 1 é a construção de uma pilha de limão que requer materiais encontrados, majoritariamente, em laboratórios de ciências. Já a parte 2 é a construção de uma pilha voltaica, podendo ser realizada com materiais de fácil acesso e baixo custo. Nesse sentido, considera-se que a parte 2 da atividade proporciona uma experiência do tipo “mão-na-massa”, à medida que pode ser realizada em casa. Em virtude disso, considera-se que a coleção MR atende às categorias h e i do instrumento de avaliação.

### **3.5. ASPECTO IV. DESENVOLVENDO E USANDO IDEIAS CIENTÍFICAS**

Na coleção SP, a apresentação dos conceitos é interligada ao fenômeno de formação da ferrugem, ou seja, na conceituação das reações de oxidação apresenta-se uma atividade experimental de formação da ferrugem. Entretanto, em alguns casos, mais de um exemplo é utilizado na explicação do conteúdo, como a oxidação do cálcio e magnésio que concluem o raciocínio de conceituação. Dessa forma, considera-se que essa abordagem auxilia na significação do conceito.

Além disso, as representações presentes no livro são de formatos variados. Por exemplo, nas reações químicas apresenta-se por meio de setas a substância que oxida e reduz. Contudo, as representações das pilhas podem causar algumas dificuldades de aprendizagem, pois: não representam o nível microscópico da matéria (a primeira representação microscópica aparece apenas na abordagem da eletrólise); os íons em solução não são considerados e os eletrodos de zinco e cobre são representados com a mesma coloração. No terceiro livro da coleção as representações são mais simplificadas, se comparadas às dispostas nos outros capítulos.

Para o aspecto IV o instrumento do Projeto 2061 ainda destaca o uso do conhecimento e sua relação com o cotidiano do aluno. Para todas as coleções o descarte dos materiais é o principal destaque, especificamente para a coleção SP o descarte das pilhas e baterias é abordado em um



box específico denominado 'Ação e Cidadania'. Ademais, alguns outros exemplos demonstram a utilidade dos conceitos trabalhados, por exemplo nos trechos:

As pilhas e baterias comerciais devem apresentar tamanho, formato, massa e desempenho adequados para o equipamento específico. Deve-se estar atento para evitar acidentes, danos ao ambiente ou ao aparelho. (SP, 2, p.204)

Portanto, em latas amassadas, é possível encontrar ferrugem no produto que ela contiver, comprometendo sua qualidade. (SP, 2, p. 213)

Para limpar objetos de cobre ou prata pode-se colocá-los em uma panela com solução de bicarbonato de sódio e papel-alumínio, aquecendo-os levemente. (SP, 2, p. 213)

Portanto, afirma-se que as categorias 'j', 'k', 'l' e 'm' são bastante desenvolvidas na coleção SP. Devido a isso, destaca-se que o aspecto IV é o mais desenvolvido nessa coleção, ou seja, as ideias-chaves são apresentadas de maneira acessível e compreensível.

### **3.6. ASPECTO V. PROMOVEDO O PENSAMENTO DOS ESTUDANTES SOBRE FENÔMENOS, EXPERIÊNCIAS E CONHECIMENTO**

No aspecto V, as três categorias foram encontradas na coleção VV. Em geral, em boxes destacados da abordagem principal, são colocadas questões que incentivam o aluno a manifestar suas ideias. Um dos exemplos é quando o aluno é questionado: "Você concorda com a opinião do promotor público expressa nos dois primeiros parágrafos? Justifique." (VV, 2, p. 253). No caso da categoria n, as sugestões estão distribuídas nos três livros da coleção, em forma de perguntas.

A coleção VV contempla a categoria p em duas maneiras diferentes. A primeira é na introdução a um novo conteúdo, como em: "Antes da introdução de novos conceitos, reflita com base no que você já conhece e responda às questões a seguir." (VV, 2, p.258). Em outra maneira apresenta-se, ao final de cada capítulo, um box denominado 'Resgatando o que foi visto', por exemplo: "Nesta unidade, vimos que certas reações químicas geram energia elétrica e, inversamente, a energia elétrica propicia uma série de reações químicas. Vimos também que há uma relação entre a quantidade de eletricidade [...]" (VV, 2, p. 282). Dessa forma, aponta-se que o aspecto V é bastante contemplado na coleção VV.

### **3.7. ASPECTO VI. AVALIANDO O PROGRESSO**

Na coleção QC, os exercícios estão relacionados ao conteúdo abordado e alinhados com as ideias-chaves apresentadas inicialmente. A avaliação também é destaque no CAP da coleção onde os autores descrevem a concepção de avaliação, acrescentando: "O ideal é que o estudante seja

avaliado não apenas pela entrega de relatórios dos experimentos, das respostas dos exercícios ou da realização de trabalhos escolares sobre os temas abordados, mas também pelo seu engajamento [...]” (QC, 3, p. 294).

Ainda segundo o CAP da coleção, sugere-se que a modificação das atividades seja realizada estabelecendo-se um diálogo com os alunos. Os autores da coleção acrescentam que, a partir do que os alunos pensam o professor “poderá intervir para dar suporte para o entendimento em conjunto do conceito em questão” (QC, 3, p. 312). Portanto, considera-se que são encontradas as categorias do aspecto VI.

### **3.8. ASPECTO VII. MELHORANDO O AMBIENTE DE APRENDIZAGEM DA CIÊNCIA.**

No CAP da coleção MM os professores são encorajados a tornarem o ambiente da sala de aula mais envolvente às experiências pessoais dos alunos e da comunidade. Um dos trechos que pode ser destacado é:

Nossa sugestão é que você, professor dessa disciplina que envolve tanta transformação, confie na capacidade dos alunos e, com eles, mergulhe em atividades diferentes, divertidas e bonitas, transformando as aulas comuns em momentos de grande envolvimento. [...] Assim, ao sentirem que sua participação está sendo relevante e suas ideias consideradas, uma atmosfera de respeito mútuo e de animação tem condições de se formar. (MM, 2, p. 352)

No CAP ainda são encontradas sugestões de leitura e referenciais para o professor e uma lista de cursos de pós-graduação da área de ensino de ciências e química. Nesse sentido, considera-se que as informações presentes no CAP contemplam a categoria ‘t’ e ‘u’.

Já as categorias ‘u’ e ‘v’ estão presentes no CAP e nos capítulos redox da coleção MM. A maior parte dos exemplos tenta trazer o contexto do aluno para a sala de aula, utilizando-se questões como:

O problema relatado trouxe custos à prefeitura de Salvador. De que forma problemas como esse poderiam ser evitados nas cidades brasileiras? No município em que você mora há algum tipo de problema semelhante? (VV, 1, p. 212)

Alguma dessas propostas está sendo colocada em prática na cidade ou região onde você mora? (VV, 1, p. 219).

Com os dados obtidos para cada aspecto contemplado em cada uma das coleções, foi possível classificar os livros quanto a presença de cada aspecto (Arnaud, 2019). Essa classificação é destacada no quadro 3.

Quanto à representação dos resultados apresentados no quadro 3, é evidente que apenas a coleção CP aborda e discute possíveis concepções alternativas tanto para os estudantes quanto para os professores. Por outro lado, apenas a coleção SP aborda o conteúdo de maneira a esclarecer as concepções alternativas selecionadas nesta pesquisa.

**Quadro 3 – As categorias do projeto 2061 presentes nas coleções de química do PNLD 2018**

		Aspectos																					
		I.			II.				III.		IV.				V.			VI.			VII.		
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
Coleções	CP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	MR	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	MM	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	QC	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	SP	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	VV	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

**Legenda**

■ Presente completamente      ■ Presente parcialmente      □ Ausente

Outro ponto relevante é que somente uma coleção dedica uma seção do livro para "alinhar os conceitos entre física e química", prática recomendada para lidar com essas concepções alternativas. Portanto, com exceção da coleção VV, os livros não abordam a confusão entre os termos apresentados nas disciplinas de física e química.

Além disso, é importante notar os indicadores de cumprimento da categoria 'v', que não foram completamente atendidos em nenhuma das coleções:

1. O material evita estereótipos ou linguagem que possa ser ofensivo para um grupo particular.
2. O material ilustra o contributo das mulheres e das minorias para a ciência. E traz modelos a seguir.
3. O material sugere formatos alternativos para que os alunos expressem suas ideias durante a instrução e avaliação.
4. O material inclui sugestões específicas sobre como os professores podem modificar atividades para estudantes com necessidades especiais.
5. O material fornece estratégias para validar as experiências pessoais e sociais relevantes dos alunos com ideias científicas.

Quanto ao indicador 1, é evidente que todas as coleções o atendem, uma vez que os documentos orientadores e o próprio edital do PNLD são explícitos ao afirmar que nenhum livro deve conter linguagem ofensiva. No entanto, ao analisar as razões pelas quais se considera que as coleções não atendem a essa categoria, é importante destacar, em relação ao indicador 2, que não

foram encontradas pesquisas na área de ensino e história da ciência que abordassem as contribuições das mulheres e minorias para a evolução dos conceitos de oxirredução. Além disso, no indicador 3, entende-se que os formatos alternativos sugeridos devem ser diferentes das formas orais e escritas para que estudantes com necessidades especiais, por exemplo, também possam participar. No indicador 4, nota-se que as atividades experimentais propostas em todas as coleções não podem ser realizadas por alunos cegos, surdos ou com dificuldades de locomoção, o que é fundamental para o cumprimento do indicador. É importante ressaltar que o indicador 5, juntamente com o primeiro indicador, foi o único encontrado nas coleções do PNLD.

#### **4. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES**

O instrumento apresentado permitiu identificar as discrepâncias nas abordagens ao conteúdo de oxirredução nas coleções de química selecionadas pelo PNLD 2018. As coleções diferem principalmente na variedade de fenômenos apresentados e na descrição do propósito do estudo das reações de oxirredução. Assim, acredita-se que o instrumento mencionado pode auxiliar os professores na escolha do livro mais adequado para seu contexto.

Nesse sentido, o instrumento pode ser útil tanto em pesquisas acadêmicas quanto na avaliação prática dos livros pelos próprios professores. Outras metodologias, como a Teoria Antropológica do Didático, a Teoria Ator-Rede e a Análise do Discurso, são menos prováveis de serem utilizadas pelos professores na seleção dos livros, especialmente se não estiverem familiarizados com essas teorias.

Além disso, o nível de complexidade também diferencia as metodologias mencionadas. Acredita-se que os passos para realizar o instrumento 2061 são facilmente compreensíveis, especialmente quando sua tradução é apresentada. Em contraste, metodologias como a Análise do Discurso, TAD, Teoria Ator-Rede e Marcas Textuais exigem uma compreensão mais profunda por meio de leituras especializadas, demandando mais tempo por parte do professor ou pesquisador.

Outro ponto relevante é a capacidade de cada metodologia analisar um aspecto específico ou o livro como um todo. É claro que a escolha de uma metodologia específica dependerá dos objetivos do professor ou pesquisador. No entanto, vale ressaltar que o instrumento do Projeto 2061 permite a identificação e comparação de vários aspectos, enquanto algumas teorias focam

apenas em investigar um aspecto específico, como o discurso, as imagens, a epistemologia, entre outros.

O instrumento se assemelha à Análise de Conteúdo, já que suas categorias podem ser adaptadas conforme o objetivo do pesquisador, semelhante aos trabalhos mencionados sobre AC. No entanto, é crucial fazer algumas observações sobre o uso da análise de conteúdo em pesquisas na área de ensino de ciências. Primeiramente, muitas pesquisas não consideram que a AC, segundo a abordagem de Bardin (2011), consiste, na verdade, em um conjunto de técnicas que nem sempre seguem as mesmas etapas de pesquisa. A maioria dos estudos utiliza apenas uma dessas técnicas, a Análise de Conteúdo Temático Categorical, mas frequentemente a descrevem como se representasse toda a Análise de Conteúdo sob esse referencial. Além disso, as categorias utilizadas nem sempre são descritas de forma suficientemente detalhada para serem reproduzidas em outros contextos. Em segundo lugar, o referencial de linha francesa da AC, de Bardin (2011), é proposto sob uma perspectiva quantitativa e positivista de pesquisa, enquanto outras referências apresentam a AC de forma qualitativa, como Schreier (2012), Kuckartz (2014) e Mayring (2014), e muitos pesquisadores ignoram essa perspectiva.

Outro ponto crucial é que o instrumento do Projeto 2061 também leva em consideração pesquisas no campo do ensino de ciências. Os resultados desta pesquisa indicam uma distância entre as discussões realizadas na pesquisa em ensino de ciências e o material didático. Embora alguns avanços sejam notáveis, como a menção de algumas concepções alternativas relatadas na literatura no Caderno de Apoio Pedagógico das coleções, essas sugestões não são encontradas na maioria das coleções.

Assim, o instrumento representa um avanço em relação à conclusão de Ferreira e Selles (2015), que destacaram que as pesquisas em LD têm gradualmente se aproximado das tendências da área de ensino. No instrumento descrito, várias dessas tendências são consideradas para a análise: as concepções alternativas, as representações, o protagonismo dos alunos, bem como tendências mais recentes, como propostas que atendam a alunos com necessidades especiais e o contributo das mulheres e negros para a ciência. No entanto, é importante notar que o instrumento ainda se baseia na análise do que falta no livro, o que pode levar a desconsiderar os objetivos sociais desse recurso escolar.

Além disso, o Projeto 2061 é criticado pela falta de ênfase na História e Filosofia da Ciência, sendo considerado conservador por celebrar as maiores contribuições dos grandes cientistas e valorizar os produtos da ciência, sem destacar o processo de construção do conhecimento científico (Allchin, 2004). Nesse sentido, tanto o instrumento quanto os pressupostos que embasam a análise precisam ser aprimorados para incluir esses aspectos.

Finalmente, destaca-se a importância de propor instrumentos de fácil acesso e compreensão para a pesquisa e a escolha dos livros didáticos pelos professores e pesquisadores. Também é essencial considerar análises realizadas no âmbito acadêmico que buscam investigar a qualidade e as limitações do material distribuído nas escolas básicas e públicas.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro recebido (processos #2013/07937-8 e #2019/15461-0).

## REFERÊNCIAS

ARNAUD, ANIKE. **A construção do conteúdo de reações redox em livros didáticos da educação básica.** (Dissertação Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 268p., 2019.

ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, 13, pág. 179-195, 2004.

Bandeira, A., Stange, C. E. B., Santos, J. M. T. dos. Uma proposta de critérios para análise de livros didáticos de ciências naturais na educação básica. **Atas do III Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologias**, Ponta Grossa, PR, 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70 Ltda., 2011.

BITTAR, M. A Teoria Antropológica do Didático como ferramenta metodológica para análise de livros didáticos. **Zetetiké**, 25(3), p.364-387, 2017. <https://doi.org/10.20396/zet.v25i3.8648640>.

BUESO, A.; FURIÓ, C.; MANS, C. Interpretación de las reacciones de oxidación- reducción por los

estudantes. Primeros resultados. **Enseñanza de las Ciéncias**, 6(3), p. 244-250, 1988.  
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51101>.

CAAMAÑO, A. La enseñanza y el aprendizaje de la química. In: Jiménez Aleixandre, M. P. (Coord.) et al. **Enseñar Ciencias**. Barcelona: GRAÓ, p. 95- 118, 2007.

CARVALHO, P. S., CUNHA, M. B. Textos de divulgação científica em livros didáticos de ciéncias: uma análise à luz da Teoria da Transposição Didática. **Atas do X Congresso Internacional Sobre Investigación En Didáctica De Las Ciencias**, Sevilla, Espanha, 2017.

CISCATO, C. A. M., PEREIRA, L. F., CHEMELLO, E., PROTI, P. B. **Coleção Química - Ciscato, Pereira, Chemello e Proti, Química Ensino Médio II**. Moderna, 1ª edição, São Paulo, 2016.

COUTINHO, F. A., SILVA, F. A. R. Análise do texto de um livro didático de biologia orientada pela Teoria Ator-Rede: um estudo sobre o tema evolução biológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, 19(3), pág. 531-539, 2014. Recuperado de  
<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/69>

DOMINGUINI, L., ORTIGARA, V. Análise de conteúdo como metodologia para seleção de livros didáticos de química. **Atas do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)** – Brasília, DF, 2010.

FERREIRA, M. S., SELLES, S. E. A produção acadêmica brasileira sobre livros didáticos em ciéncias: uma análise em periódicos nacionais. **Atas do IV Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, IV ENPEC, Bauru, SP, 2003.

FONSECA, M. R. M. da. Química: ensino médio/Martha Reis II. Ática, 2ª edição, São Paulo, 2016.

Freire, M. da S.; Silva Júnior, C. N. da; Silva, M. G. L. da. Dificuldades de aprendizagem no ensino de eletroquímica segundo licenciandos de química. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 2011.

GALIETA, T. Análise de Discurso de textos do livro didático e de divulgação científica: caracterizando formações discursivas. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2013.

GARNETT, P. J.; TREAGUST, D. F. Conceptual difficulties experienced by senior high school

students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. **Journal of Research in Science Teaching**, 12, p. 121-42, 1992a. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290204>

GARNETT, P. J.; TREAGUST, D. F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. **Journal of Research in Science Teaching**, 29(10), p. 1079-99, 1992b. <https://doi.org/10.1002/tea.3660291006>

GKITZIA, V., SALTA, K., TZOUGRAKI, C. Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school textbooks. **Chemistry Education Research and Practice**, 12, p. 5-14, 2011. <https://doi.org/10.1039/C1RP90003J>

GOES, L. F.; FERNANDEZ, C.; AGOSTINHO, S. M. L. Concepções e dificuldades de um grupo de professores de química sobre conceitos fundamentais de eletroquímica. In: **atas do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)** Florianópolis, SC, 2016.

GOES, L. F.; NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C. Limitations of teaching and learning redox: a systematic review. **Problems of Education in the 21st century**, 78, p. 698-718, 2020. <http://oaji.net/articles/2020/457-1600951544.pdf>

HASANI, A. S. An Investigation over Iranian Middle School English Textbook. **Journal of Studies in Social Sciences and Humanities**, v. 2, n. 1, p. 12-16, 2016.

KAHVECI, A. Quantitative Analysis of Science and Chemistry Textbooks for Indicators of Reform: A complementary perspective. **International Journal of Science Education**, 32(11), p. 1495-1519, 2010. <https://doi.org/10.1080/09500690903127649>

KLEIN, S. G., BRAIBANTE, M. E. F. Reações de oxidação-redução: Concepções conceituais de estudantes do nível médio, In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (X ENPEC)**, 2015.

KUCKARTZ, U. **Qualitative Text Analysis - A guide to Methods, Practice & Using Software**. Editora SAGE, Los Angeles, 2014.

KULM, G., GRIER, L. **Mathematics curriculum materials reliability study**. Washington, DC: Project 2061, American Association for the Advancement of Science, 1998.

LIMA, N. W., OSTERMANN, F., CAVALCANTI, C. J. H. Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM 2015. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 34(2), p. 435-459, 2017. <https://doi.org/10.5007/2175->



7941.2017v34n2p435

LIN, H. S.; YANG, T. C.; CHIU, H. L.; CHOU, C. Y. Students' Difficulties in Learning Electrochemistry. **Proceedings of the National Science Council**, 12(3), p. 100-105, 2002.

DOI:10.5539/ass.v10n19p276

LISBOA, J. C. F. **Coleção Ser Protagonista. Química 2º ano: ensino médio**. Edições SM, 3ª edição, São Paulo, 2016.

LITZ, D. R. A. Textbook Evaluation and ELT Management: A South Korean Case Study. **Asian EFL Journal**, 53, p. 1-51, 2000.

MAHMOOD, K. Conformity to Quality Characteristics of Textbooks: The Illusion of Textbook Evaluation in Pakistan. **Journal of Research and Reflections in Education**, 5(2), p. 170-190, 2011.

MAYRING, P. **Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution**. Klagenfurt, Austria, 2014.

MELO, M. G. A., NEVES, M. C. D., SILVA, S. C. R., PINHEIRO, N. A. M., MIQUELIN, A. F. O livro didático de física e suas tendências: uma análise necessária da influência Behaviorista no ensino de ciências. **REnCiMa**, 11(5), p. 185-203. 2020. <https://doi.org/10.26843/rencima.v11i5.2173>

MORTIMER, E. F., MACHADO, A. H. **Coleção Química: Ensino Médio. Química Ensino Médio II**. Scipione, 3ª edição, São Paulo, 2016.

NASCIMENTO, T. G., MARTINS, I. O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. **Investigações em Ensino de Ciências**, 10(2), pág. 255-278, 2005. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/519>

NOVAIS, V. L. D. ANTUNES, M. T. **Coleção Vivá. Química: volume II: Ensino médio**. Positivo, 1ª edição, Curitiba, 2016.

OGUDE, A. N.; BRADLEY, J. D. Ionic conduction and electrical neutrality in operating electrochemical cells. **Journal of Chemical Education**, 71(1), p. 29-34, 1994. <https://doi.org/10.1021/ed071p29>

OGUDE, N. A., BRADLEY, J. D. Electrode Processes and Aspects Relating to Cell EMF, Current, and Cell Components in Operating Electrochemical Cells. **Journal of Chemical Education**, 73(12),

---

p.1145-1149, 1996. <https://doi.org/10.1021/ed073p1145>

SANGER, M. J.; GREENBOWE, T. J. Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. **Journal of Research in Science Teaching**, 34(4), p. 377–98, 1997. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199704\)34:4<377::AID-TEA7>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199704)34:4<377::AID-TEA7>3.0.CO;2-O)

SANTOS, W. L. P. dos (coord.). **Coleção Química Cidadã. Química cidadã: volume III**. AJS, 3ª edição, São Paulo, 2016.

SCHIRMER, S. B., SAUERWEIN, I. P. S. Livros didáticos em publicações na área de ensino: contribuições para análise e escolha. **Investigações em Ensino de Ciências**, 22(1), p. 23-41, 2017. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n1p23>

SCHMIDT, H. J. Students' misconceptions - looking for a pattern. **Science Education**, 81, p. 123-135, 1997. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199704\)81:2<123::AID-SCE1>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199704)81:2<123::AID-SCE1>3.0.CO;2-H)

SCHREIER, M. **Qualitative Content Analysis in Practice**. SAGE, 2014.

SILVA, G. J., MARTINS, C M. DE C. A confiabilidade e a validação na investigação epistemológica do livro didático de química: um desenho metodológico. **Revista Ensaio**, 11(2), p.221-240, 2009. <https://doi.org/10.1590/1983-21172009110203>

SILVA, G. R., CHAGAS, E. Transposição Didática: uma análise do distanciamento dos saberes de química quântica nos livros didáticos do ensino médio. **HOLOS**, 33(07), 2017. <https://doi.org/10.15628/holos.2017.3005>

SILVA, K. S., FONSECA, L. S. DA, SILVA, L. P. DA, CARVALHO, E. F. Proposta de Análise Praxeológica de Noções de Química em Documentos Oficiais e Livros Didáticos. **Ciência & Educação**, Bauru, 26, e20012, 2020. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200012>

VASCONCELOS, S. D., SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental – Proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, 9(1), p. 93-104, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100008>