

Abordagem Interdisciplinar nos Capítulos de Equilíbrio Químico e Eletroquímica em Livros Didáticos de Química Aprovados pelo PNLD/2008/2012/2015/2018

Interdisciplinary Approach in Chemical and Electrochemical Balance Chapters in Chemistry Teaching Books Approved by PNLD/2008/2012/2015/2018

Maycon Batista Leite,^a  Márlon Herbert Flora Barbosa Soares^{a,*} 

^aUniversidade Federal de Goiás, Instituto de Química, Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas, Campus Samambaia, CEP 74001-970, Goiânia-GO, Brasil.

*E-mail: marlon@ufg.br

Recebido em: 10 de Agosto de 2021

Aceito em: 8 de Novembro de 2021

Publicado online: 23 de Fevereiro de 2022

From different theoretical perspectives of interdisciplinary approach, we apprehend the one that aims the formation of the subject with critical and political consciousness of social reality. The Didactic Book is the most relevant didactic resource in the teaching chemistry in Brazil and the PNLD (National Textbook Program) presents as its main purpose, to impose a minimum quality standard on Didactic Books offered in publishing Market. We investigated which are the prospects of an interdisciplinary approach that the authors of the Chemistry Didactic Books of PNLD/2008/2012/2015/2018 present in Chemical Equilibrium and Electrochemistry chapters of their respective works. We used Bardin's content analysis method, which provided us with elements for the constitution of three categories of interdisciplinary analysis. The research pointed out that the Didactic Books are more focused on the approach of conceptual interactions inherent to scientific Knowledge as academic and instrumental interdisciplinarity. One of the main results of this work shows that only one of the ten works analyzed reached interdisciplinarity as an understanding of contexts and issues inherent to social reality. Based on results like these, this research can contribute to the expansion of the understanding of interdisciplinarity and the qualification process of science textbooks, which implies future evaluators committed to the transformative perspective, avoiding the return of works or contents outdated by ignorance of the concept of interdisciplinarity.

Keywords: Chemistry teaching; interdisciplinarity; chemistry didactic book; PNLD; chemical equilibrium; electrochemistry.

1. Introdução

Defendemos que a perspectiva de abordagem interdisciplinar nos Livros Didáticos (LD) de Química do Ensino Médio contemple a aproximação do conhecimento científico com a realidade social do mundo capitalista, globalizado e tecnológico, que é sorrateiramente ocultada na vida cotidiana. Uma análise crítica da própria constituição histórica do currículo interdisciplinar é uma ação preliminar importante para que possamos compreendê-lo na prática pedagógica, haja vista a demanda desta perspectiva de trabalho em outras esferas sociais, especialmente no “mundo da produção” (p. 10).¹

Antes, porém, de compreendermos a interdisciplinaridade na prática pedagógica, torna-se necessário apreendermos as perspectivas desta abordagem nas políticas educacionais, no mercado editorial e no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) como produto de interesses políticos, econômicos e pedagógicos.² “Essa é uma questão importante que demonstra um princípio utilitarista dos formuladores de políticas preocupados que estão, prioritariamente com as demandas do mundo do trabalho” (p. 64).³

Jantsch e Bianchetti⁴ consideram a interdisciplinaridade como categoria epistemológica, que, como tal, só pode ser apreendida em seu movimento de constituição histórica, a partir da compreensão das relações sociais produtivas concretas que a determinam. Portanto, torna-se necessário compreender o contexto histórico, face aos aspectos sociais, políticos e econômicos, para (re)construir o conceito de interdisciplinaridade, bem como os objetivos dessa abordagem no ensino e nos LD de Química.

A prática pedagógica e a abordagem interdisciplinar no ensino e nos LD implicam, necessariamente, um processo de reflexão contínua no sentido de evidenciar a quem estamos servindo. Isso significa que a perspectiva de interdisciplinaridade está associada à

contextualização do conhecimento científico. E, ainda, a contextualização é a perspectiva que circunscreve a perspectiva da interdisciplinaridade quando o objetivo é formar o sujeito com consciência crítica e política da realidade social.⁵

A perspectiva da abordagem interdisciplinar se desenvolve a partir do conhecimento disciplinar, baseada no “conhecimento poderoso”,⁶ que é direito do aluno. O conhecimento poderoso é o que pode fornecer explicações confiáveis para as questões da vida e da compreensão do mundo, o que não está disponível nos padrões culturais do cotidiano e só pode ser construído no âmbito pedagógico. Trata-se do conhecimento *especializado*, socialmente construído no interior de uma comunidade de especialistas, porque se produz na fronteira de princípios epistemológicos de um campo disciplinar acadêmico ou científico, o que implica ressaltar que “o aprendizado e a pesquisa interdisciplinar dependem do conhecimento baseado nas disciplinas” (p. 235).⁶

Reconhecemos, todavia, que o perigo está na dicotomização, de um lado a abordagem do conhecimento poderoso, do outro a abordagem contextualizada. A perspectiva da interdisciplinaridade contextualizada e do “conhecimento poderoso” podem e devem fazer parte de um mesmo processo, que coloca o conhecimento científico em função da condição humana e não somente dos interesses do capital. Por fim, defendemos que o conhecimento poderoso é o conhecimento contextualizado.

A interdisciplinaridade contextualizada está para além da abordagem do cotidiano e do conhecimento eminentemente acadêmico, instrumental e metodológico das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. O objetivo é a compreensão de contextos e problemáticas inerentes à realidade social, por meio da formação do sujeito com consciência crítica e política do processo de vida real da sociedade do mundo globalizado, capitalista e tecnológico. Trata-se de uma abordagem contempla mais *questionamentos* e menos afirmações, mais problematizações e menos descrição do “pronto e acabado”. A questão central nesse processo é compreender como a ciência e o conhecimento são produzidos e utilizados para os objetivos de valorização do capital?⁷

O LD é o principal material didático que os professores e estudantes utilizam para as atividades de ensino e de aprendizagem formal da Química nas escolas brasileiras. O currículo em curso nas salas de aula está diretamente associado aos LD, que praticamente “determinam” o conteúdo que deve ser trabalhado em cada ano letivo. Trata-se de um “produto” onipresente no mundo globalizado, cujo valor não pode ser conferido apenas como recurso pedagógico, mas também como produto de interesses políticos e econômicos.

O presente artigo é oriundo de uma pesquisa⁸ de doutorado que teve como objetivo investigar quais são as perspectivas de abordagem contextualizada e interdisciplinar que os autores dos LD de Química, aprovados pelo PNLD/2008/2012/2015/2018, apresentam

nos capítulos de Equilíbrio Químico e Eletroquímica de suas respectivas obras. Contudo, apresentamos no presente artigo apenas os resultados referentes à perspectiva de abordagem interdisciplinar.

Importante ressaltar que os dez anos do PNLD/2008/2012/2015/2018 representam políticas educacionais de constituição identitária do programa, em um período histórico de um determinado governo que, por meio do processo de qualificação dos LD, buscaram uma Educação em Ciências pautada na abordagem interdisciplinar e contextualizada do conhecimento. Todavia, trata-se de um período que precede o PNLD/2021, que passa a exigir obras didáticas por área de conhecimento, estruturadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018. Relevante, todavia, são futuras pesquisas que envolvam a análise destas obras didáticas que conferem uma nova possibilidade e potencialidade de abordagem interdisciplinar e contextualizada nas obras didáticas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Especialmente no contexto social mais turbulento da atualidade, no âmbito das políticas educacionais de governo, com perspectiva mais retrógrada que propriamente conservadora, torna-se inexorável o trabalho conjunto dos pesquisadores, educadores, autores e avaliadores de LD do PNLD. Cabe a nós, professores comprometidos com a perspectiva transformadora, não permitirmos retrocessos em termos de qualidade das obras, pela falta de conhecimento dos limites e potencialidades dos conceitos de interdisciplinaridade e de contextualização ou pela imposição de uma política ou ideologia que nega o conhecimento. Estamos diante de uma realidade que exige resiliência face ao obscurantismo de um governo efetivamente retrógrado.

2. Perspectivas de Abordagem da Interdisciplinaridade

Com base em Yves Lenoir, abordaremos inicialmente três perspectivas diferentes de abordagem interdisciplinar: a “lógica do sentido, a lógica da funcionalidade e a lógica da intencionalidade fenomenológica”.⁹ Posteriormente, apresentaremos a perspectiva da abordagem interdisciplinar no campo da materialidade histórica que, a nosso ver, mais se aproxima do objetivo de formar o sujeito com consciência crítica e política da realidade social, isto é, da contextualização.

2.1. Da lógica do sentido

A perspectiva de abordagem da interdisciplinaridade da lógica do sentido objetiva a *síntese conceitual* direcionada à unificação das ciências.⁹ A interdisciplinaridade, de caráter acadêmico e epistemológico, busca a estruturação coerente e articulada entre as diferentes disciplinas constitutivas da ciência. Todavia, trata-se de uma perspectiva insuficiente se

trabalhada de forma isolada, uma vez que o objetivo único de *dar sentido* aos conceitos científicos confere o ensino não *por meio da* ciência, mas sim *para a* ciência.

2.2. Da lógica da funcionalidade

A perspectiva de abordagem da interdisciplinaridade da lógica da funcionalidade está associada às relações das ciências com questões sociais pelo intermédio de abordagens *instrumentais*. Portanto, de ordem instrumental, operacional e metodológica, busca o saber diretamente útil aos problemas sociais contemporâneos.⁹

Todavia, a perspectiva *puramente instrumental* atende ao fenômeno da globalização. Para Lenoir,⁹ a mudança radical da organização das sociedades, que conduz à substituição dos Estados-Nação por um sistema de grandes corporações internacionais e das culturas nacionais, por um compromisso sem alma, tem efeitos diretos no processo de padronização do currículo escolar, que fica praticamente em função dos interesses dos meios de produção do sistema capitalista do mundo globalizado e tecnológico.

Como alternativa à interdisciplinaridade puramente instrumental, defendemos a interdisciplinaridade contextualizada, associada à perspectiva de abordagem materialidade histórica, que objetiva desvendar os mascaramentos ideológicos da perspectiva eminentemente instrumental, reforçada na abordagem do cotidiano redutivo, evitando que tal perspectiva se torne força de reprodução social e contribua ainda mais com a alienação. O questionamento, em especial ao modo de produção e consumo do sistema capitalista e tecnológico do mundo globalizado, é o princípio primeiro da interdisciplinaridade contextualizada. Trata-se da “naturalização” do pensamento crítico: *a quem, de fato, estamos servindo?* Questão que está ligada ao caráter dialético do campo de reflexão sobre o científico, o social e o político, que é o “horizonte sem o qual compreender a própria prática é impossível” (p. 137).¹⁰

A postura instrumentalista fica indefesa diante da violência sem limites, da escravidão dos homens, do poder dos senhores ou da onipotência do individualismo exasperado. Ela não atenta para a estrutura do saber nem se funda em uma ética objetiva. Uma ação puramente instrumental é uma execução meramente técnica, jamais uma atividade interdisciplinar (p. 79).¹¹ Portanto, a perspectiva da interdisciplinaridade instrumental é insuficiente frente ao objetivo de formar o sujeito com consciência crítica e política da realidade social.

2.3. Da lógica da intencionalidade fenomenológica

Se a lógica francesa é orientada em direção ao saber e a lógica americana sobre o sujeito aprendiz, parece-me que a lógica brasileira é dirigida na direção do terceiro elemento construtivo do sistema pedagógico-didático, o docente em sua pessoa e em seu agir.⁹

A perspectiva de interdisciplinaridade da lógica da intencionalidade fenomenológica centra-se na pessoa na qualidade de ser humano (e não sujeito social), procedendo segundo uma abordagem fenomenológica. Para Lenoir,⁹ Ivani Fazenda é a figura mais representativa do pensamento interdisciplinar que se apoia na análise introspectiva do docente de suas próprias práticas, de maneira a permitir reconhecer aspectos de seu ser (seu “eu”) que lhe são desconhecidos e, a partir daí, tomar consciência de sua abordagem interdisciplinar. De fato, a autora destaca a questão da intencionalidade, da necessidade do autoconhecimento, da intersubjetividade e do diálogo, em um projeto pedagógico centrado no “saber-ser”.¹²

A perspectiva da intencionalidade fenomenológica, da filosofia do sujeito, oriunda de uma concepção ainda hegemônica no Brasil, é insuficiente e reducionista, pois não contempla a materialidade histórica necessária à compreensão dos movimentos das sociedades capitalistas e tecnológicas do mundo globalizado.⁴

2.4. Da materialidade histórica

A interdisciplinaridade deve ser discutida antes ou mais na epistemologia do que na metodologia, sempre incorporada à compreensão do processo de construção do conhecimento, que só pode ser aprofundado à luz da materialidade histórica e social. Trata-se, portanto, de uma perspectiva que está associada à *contextualização* como *ação epistemológica* que objetiva a apreensão do processo de vida real, em um movimento dinâmico e reversível de deslocamento do conhecimento no contexto social, político e econômico, bem como a consciência crítica e política dos interesses e das forças que fazem acontecer o processo de produção e apropriação do conhecimento científico e tecnológico.

A filosofia do sujeito, todavia, não considera as *condições objetivas* que envolvem o processo de construção do conhecimento, não contempla a materialidade social e histórica, e o sujeito normalmente é confundido com o indivíduo humano. Portanto, essa filosofia atropela também o sujeito (p. 20).⁴ Para os autores, as ideias predominantes da interdisciplinaridade que foram difundidas no Brasil assumem pressupostos próprios da filosofia do sujeito, com equívocos teóricos que compreendem a ciência de forma moralista. Essa perspectiva tem como base a *condenação moralizada do conhecimento disciplinar*, a qual seria superada pelo ato de vontade do sujeito cognoscente.⁴

Para Norberto J. Etges,¹¹ a especialização ou o fragmento supõe que houve ou deveria haver um todo, uma unidade qualquer que se perdeu no decorrer do tempo.

De fato, o que se perdeu foi aquela “unidade natural” do homem primitivo e sem história imerso na natureza e dela inteiramente dependente. É este paraíso perdido que os senhores da ciência única e unitária do “futuro” ou da “revolução” estão procurando inutilmente

com seu afã religioso. [...] pela própria lógica da produção/construção do saber e por sua autonomia, as ciências não são fragmentos de um saber unitário e absoluto (p. 73).¹¹

A interdisciplinaridade na produção do conhecimento é uma necessidade fundada no caráter dialético da realidade social que é, ao mesmo tempo, una e diversa na natureza intersubjetiva de sua apreensão (p. 36).¹³ Delimitar um objeto para investigação ou para o estudo disciplinar não é fragmentá-lo, ou limitá-lo arbitrariamente, visto que o conhecimento disciplinar já possui sua autonomia face ao real histórico e não se dissocia do tecido complexo desta realidade.

A contextualização do conhecimento científico, seja ele disciplinar ou interdisciplinar, está para além do trabalho em grupos ou equipes, tão defendido pelos autores da intencionalidade fenomenológica. Cada professor ou autor de LD de Química pode perfeitamente fazer a abordagem contextualizada e apreender as complexas relações entre o conhecimento químico/científico e a realidade social.⁵

Portanto, quando a perspectiva de abordagem está *para além* das narrativas sistêmicas a favor da interdisciplinaridade da lógica do sentido, da lógica da funcionalidade e/ou da lógica da intencionalidade fenomenológica, cujo objetivo é a formação do *sujeito* com consciência crítica e política da realidade social, a interdisciplinaridade demanda a ação epistemológica da contextualização.⁵

3. A Perspectiva de Interdisciplinaridade está Associada à Contextualização

A contextualização apresenta-se com o objetivo de alcançar abordagens que estão *para além* da interdisciplinaridade arbitrária das disciplinas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, visto que, por vezes, a interdisciplinaridade está associada aos *slogans*, à abordagem do cotidiano, à simplificação e à perspectiva instrumental do conhecimento, importantes aos objetivos de valorização do capital.

Morin¹⁴ alerta sobre o caráter determinista e simplificador desta interdisciplinaridade “vazia”, ausente de crítica, que resulta na ciência sem consciência e em obstáculo à ação epistemológica da contextualização do conhecimento científico e tecnológico.

As ciências humanas não têm consciência dos caracteres físicos e biológicos dos fenômenos humanos. As ciências naturais não têm consciência da sua inscrição numa cultura, numa sociedade, numa história. As ciências não têm consciência do seu papel na sociedade. As ciências não têm consciência dos princípios ocultos que comandam as suas elucidações. As ciências não têm consciência de que lhes falta uma consciência.¹⁴

Contudo, a aproximação com o conhecimento das outras áreas do conhecimento, humano e social, não significa simplesmente a interdisciplinaridade de grupo ou parcerias, mas sim a busca por recursos de diferentes ciências para explicar determinado processo e/ou realidade, que pode ser perfeitamente executada por um professor ou autor de LD de Química. “À ideia de que somente é possível ser interdisciplinar em grupo, contrapomos a de que a sós também é possível. Um grupo pode ser mais homogêneo e superficial que o indivíduo que busca recursos de várias ciências para explicar determinado processo” (p. 25).⁴ Todavia, essa busca exige o trabalho árduo e o compromisso com a construção de uma sociedade mais justa e menos alienada. Por fim, a construção dessa sociedade exige a contextualização do conhecimento científico, que demanda a percepção das relações entre texto e contexto, entre a ciência, a tecnologia e o contexto social, cultural, político e econômico do mundo globalizado.

Como afirma Freire,¹⁵ o ato de educar com vistas a um certo ideal exige de quem o faz uma postura crítica, sistemática.

“Exige uma disciplina intelectual que não se ganha a não ser praticando-a. A atitude crítica do estudo é a mesma que deve ser tomada diante do mundo, da realidade, da existência. Uma atitude de adentramento com a qual se vá alcançando a razão de ser dos fatos” (p. 9-10).¹⁵

A abordagem interdisciplinar contextualizada está associada à ampliação e problematização dos horizontes do cotidiano, cujo reconhecimento do *caráter complexo* da realidade social é fator essencial. Portanto, o maior obstáculo à contextualização do conhecimento químico/científico está na tentativa de *simplificação* da “realidade”, destituindo-a de sua materialidade histórica e das *complexas relações* existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. O importante é reiterar sobre o que “o filósofo das ciências, Bachelard, já tinha descoberto: que o simples não existe, só o que há é o simplificado” (p. 15).¹⁶

A abordagem do cotidiano de forma redutiva ou de um contexto histórico de forma simplória não contribui com questionamentos e problematizações necessárias à análise crítica das relações entre o texto e o contexto: não contribui com a contextualização. Trata-se de uma perspectiva de abordagem que simplesmente retroalimenta os mecanismos de reprodução e de alienação, palatáveis aos grupos sociais dominantes.

A afirmação a seguir, por exemplo, foi retirada de um LD de Química, mas é representativa de “contextos” dos LD considerados tradicionais: “A *síntese Haber-Bosch* representou uma enorme contribuição para a solução da fome de bilhões de pessoas, em todo o mundo, graças ao papel que teve, e continua tendo, na produção de NH_3 , essencial para a produção de fertilizantes em larga escala”. O referido LD simplifica e não faz alusão, dentre outros problemas, ao sistema de produção capitalista, à opção

de desenvolvimento econômico que demanda a produção de fertilizantes em grande escala. De fato, mesmo após o processo de *síntese Haber-Bosch na produção de NH₃, essencial para a produção de fertilizantes em larga escala, a fome de bilhões de pessoas* continua no mundo globalizado.

Portanto, as perspectivas simplificadoras da abordagem do cotidiano não apreendem a ciência e a tecnologia na realidade social, política, econômica e ambiental, e conservam o movimento de constituição da realidade de acordo com os interesses das classes dominantes. No entanto, a interdisciplinaridade contextualizada no processo de construção e socialização do conhecimento científico não se faz alheia aos conflitos, antagonismos e relações de forças que se estabelecem entre os grupos sociais. “A produção do conhecimento é ela mesma parte e expressão dessa luta” (p. 45).¹³ Para o autor, o próprio processo de produção e socialização do conhecimento representa a possibilidade de apreensão do real e, assim, a teoria se constitui em força material e a consciência crítica e política em elemento fundamental e imprescindível na luta pela transformação das relações sociais marcadas pela alienação, exclusão e reprodução.

A Educação em Ciências deve ser entendida como “prática simultaneamente técnica e política e atravessada por uma intencionalidade teórica” (p. 146).¹⁷ Essa é a prática necessária para que a educação seja, de fato, um processo de humanização, sobretudo, porque é efetivada em suas condições objetivas reais. Sobretudo, porque “é nessa materialidade (sempre histórica e social) que homens produzem suas ideias, teorias e concepções” (p. 43).¹³

A fragmentação e o conhecimento disciplinar são essenciais tanto no campo científico quanto no da prática pedagógica. Contudo, “o trabalho interdisciplinar não se efetiva se não formos capazes de *transcender* a fragmentação e o plano fenomênico, heranças fortes do empiricismo e do positivismo” (p. 37).¹³ Portanto, a interdisciplinaridade contextualizada está associada à transdisciplinaridade, compreendida como “estruturas conceituais articuladas que transcendem o escopo restrito de visões de mundo disciplinares” (p. 5).¹⁸ A contextualização demanda o pensamento transdisciplinar, uma vez que “o suposto desajuste entre a estrutura disciplinar do conhecimento e os problemas do mundo real é epistemologicamente ingênuo” (p. 69).¹⁹

Com a ciência como um paradigma epistemológico norteador, as conexões conceituais são menos metafóricas ou sugestivas; elas precisam, em vez disso, atender a um padrão rigoroso de verificação, replicação e expressão matemática. O objetivo desse modo de integração não é interpretar a experiência humana, mas entender as leis essenciais do mundo que operam independentemente de nossa percepção e interpretação. *Isso coloca os esforços interdisciplinares em uma perspectiva muito diferente da contextualização* (p. 261, tradução e grifo nosso).²⁰

O objetivo da interdisciplinaridade contextualizada é colocar a ciência no tecido cultural e histórico e trazer à tona a *responsabilidade social*. Os cientistas e estudantes do século XXI não carecem de conhecimentos técnicos, pois estes conhecimentos “não têm sabedoria” (p. 260).²⁰ Para tanto, as respostas objetivas, prontas e acabadas, do paradigma positivista em educação passam a dar lugar aos questionamentos, às incertezas, à consciência crítica, política, reflexiva e criativa, que demanda do educador e dos autores de LD de Química a “segurança nas incertezas”.⁵

Para Norberto J. Etges,¹¹ a ciência não é imediatamente acessível ao senso comum, e nem mesmo ao próprio cientista. O cientista sabe, manipula os elementos do teorema, segundo sua própria lógica, mas não conhece. O químico pode manipular seus construtos e suas fórmulas a vida inteira, mas, enquanto ele mesmo não os *desloca de seu contexto posto aí fora*, enquanto não os traduzir para si mesmo, para dentro de suas estruturas anteriores, ele não conhece. Segundo o autor, o saber ou a ciência é uma estrutura posta no mundo exterior, cujos elementos seguem relações necessárias e autorreguladoras.

A ciência ou o saber necessita retornar ao sujeito que o produziu, para fazer unidade com ele, transformando-se em conhecimento. Conhecimento é a unidade efetiva do exterior e do interior. Ora, este processo de interiorização do exterior posto é um ato de deslocamento, um ato de transposição de um contexto para outro, numa palavra, um ato interdisciplinar. Neste sentido, a interdisciplinaridade é, em primeiro lugar, uma ação de transposição do saber posto na exterioridade para as estruturas internas do indivíduo, constituindo o conhecimento (p. 83).¹¹

A interdisciplinaridade está no plano do *movimento do real* e não somente no plano do movimento da razão (como determinam o racionalismo e o idealismo). Para tanto, a *consciência crítica* jamais pode ser outra do que o ser consciente, e o ser consciente dos homens é seu *processo de vida real* (p. 38 e 43).¹³ A interdisciplinaridade contextualizada é a ação epistemológica que só pode ser compreendida em seu movimento de construção histórica, a partir da apreensão das relações sociais e produtivas concretas que as determinam.

A interdisciplinaridade no ensino e no LD de Química contempla a compreensão da natureza do conhecimento científico, seus limites e potencialidades na construção de uma sociedade mais justa e humanística. Significa ensinar química no âmbito disciplinar simultaneamente à ciência no âmbito interdisciplinar. Trata-se da alfabetização científica,²¹ da educação em ciências, da socialização do conhecimento científico, necessárias à formação do sujeito com consciência crítica, política e reflexiva da sua função social. Nesse sentido, a interdisciplinaridade é o princípio da máxima exploração das potencialidades de cada ciência, bem como da compreensão dos seus limites.

A socialização do conhecimento científico, por meio da abordagem interdisciplinar contextualizada, envolve o processo de deslocamento do conhecimento de um contexto para o outro.

Ao transpor os saberes o estudante será capaz de produzir transformações efetivas no mundo cotidiano. Ou, então, conseguirá entender pelo menos as muitas tecnologias, leis sociais etc., que fazem parte do mundo cotidiano civilizado já transformado em segunda natureza. Sem tais deslocamentos, o educando fica sendo uma máquina de algoritmos, de regras, de leis etc. Torna-se um cidadão rígido sem alma (p. 88-89).¹¹

Importante ressaltar que a prática educativa é uma prática política. O conhecimento não é produzido de forma neutra, tendo em vista que as relações que ele tenta apreender não são neutras. A produção do conhecimento é parte e expressão das próprias relações culturais, sociais e políticas (p. 40).¹³

A interdisciplinaridade tem como perspectiva a formação do sujeito com consciência crítica e política da realidade social, por meio da ação epistemológica da contextualização no processo de deslocamento do conhecimento científico e tecnológico nos diversos setores da sociedade, no processo que desloca e transforma o conhecimento escolar produzido em força material na luta pela transformação social. Para tanto, os questionamentos são abordagens inerentes à interdisciplinaridade contextualizada: *a quem* estamos servindo e *a quem* queremos servir? Quais são as forças que fazem acontecer o processo de produção e apropriação social do conhecimento químico/científico? Como a ciência e o conhecimento são produzidos e utilizados para os objetivos de valorização do capital?¹⁶ Qual o papel da escola e do LD de Química nesse processo?

4. O Livro Didático (LD) e o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)

No Brasil o LD é “o” instrumento que os professores e estudantes utilizam como recurso didático no processo de construção do conhecimento químico escolar. Sua função é praticamente prover o professor de conhecimento científico, de formação pedagógica e de suporte para gestão das aulas. É uma espécie de representação curricular que determina o conteúdo que deve ser trabalhado ao longo do ano letivo. É também fonte de estabilidade para os estudantes, especialmente nos estudos realizados fora do contexto escolar, que oferece a sequência didática dos conceitos químicos e a abordagem que promove a socialização do conhecimento científico.

O LD é um *produto* social, influenciado pelo cenário cultural, político, ideológico e econômico. Todavia, é um recurso didático que passa despercebido, justamente por apresentar as diversas facetas de uma produção social.

Trata-se de um material didático que está, efetivamente, inscrito na realidade matéria, participa do universo cultural e sobressai-se, da mesma forma que a bandeira ou a moeda, na esfera do simbólico. É, igualmente, um instrumento pedagógico, na medida em que propõe métodos e técnicas de aprendizagem que os documentos oficiais não podem fornecer (p. 14).²²

O livro de classe veicula, de maneira mais ou menos sutil, mais ou menos implícita, um sistema de valores morais, religiosos, políticos, uma ideologia que conduz ao grupo social de que ele é a emanção: participa, assim, estreitamente do processo de socialização, de acultuação (até mesmo de doutrinação) da juventude (p. 14).²²

De acordo com Santomé,¹ as forças do mercado editorial demandam e influenciam estratégias de globalização e interdisciplinaridade. Contudo, na maioria das vezes, tais vocábulos funcionam como os *slogans* da falsa publicidade, desvirtuando abordagens interdisciplinares até adequá-las aos interesses da empresa e do mundo da produção (p. 168).¹ Nesse terreno, o debate interdisciplinar se perde em questões especulativas a favor de uma perspectiva de abordagem interdisciplinar da lógica da funcionalidade, simplesmente instrumental, no sentido de atender as demandas do capital.

Nesse contexto, o conhecimento profundo dos conceitos de interdisciplinaridade e de contextualização é imprescindível na elaboração e na avaliação dos LD de química/ciências. Trata-se de um cenário que evidencia a importância da continuidade e consolidação das pesquisas que envolvem a análise de LD, sobretudo, da abordagem interdisciplinar e contextualizada presente nesses materiais, bem como da continuidade do trabalho pedagógico realizado pelo PNLD. O importante é que não ocorra retrocessos em termos de qualidade das obras com perspectivas inovadoras e transformadoras, pela falta de conhecimento dos conceitos de contextualização e interdisciplinaridade, suas idiossincrasias e suas imbricadas relações. Sobretudo, pela falta de conhecimento do princípio utilitarista dos formuladores de políticas que priorizam as demandas do mundo da produção.

O problema maior dos LD de Química, ditos “tradicionais”, está na associação da interdisciplinaridade com a abordagem do cotidiano de forma redutiva, que não reconhece o mecanismo discursivo que procura ocultar os interesses e as forças que atuam no processo de construção e apropriação do conhecimento científico. Ao não optar pela abordagem de questões sociais e políticas mais conflituosas, o LD simplesmente contribui com os mecanismos discursivos inerentes ao “conhecimento cotidiano”, que continuam fortalecendo as ideias, as representações e a reprodução social, sempre palatáveis aos grupos dominantes.

O importante é reconhecer que as comunidades disciplinares exercem determinado poder no processo

de análise de métodos e técnicas de aprendizagem, que somente elas podem realizar. Por isso, compreendemos as possibilidades e potencialidades da abordagem interdisciplinar contextualizada nos LD de Química e de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Especialmente no âmbito do PNLD de 2008 a 2018, os LD de química aprovados pelo programa apresentaram abordagens inovadoras nesse sentido. Resultado que também é conferido ao trabalho da pesquisa acadêmica, dos autores e avaliadores de LD de Química, que exerceram o poder de influência no processo de qualificação destes recursos didáticos.

No campo da educação, o PNLD apresenta-se com o propósito de impor um padrão mínimo de qualidade aos LD oferecidos pelo mercado editorial brasileiro. No processo de redemocratização da sociedade brasileira o LD passa a ser o principal recurso didático de apoio ao processo de ensino e de aprendizagem escolar, constituindo um projeto de Estado-Nação, visto que passou por vários governos, de diferentes matrizes ideológicas, em meio a vários programas educacionais de governo. Os PNLD e seus editais começaram neste período de pós-ditadura e chegaram até a atualidade praticamente incólumes. Portanto, analisar as perspectivas de abordagem interdisciplinar e contextualizada nos LD de Química significa investigar, concomitantemente, o PNLD/2008/2012/2015/2018 como indutor do processo de qualificação destes recursos didáticos.

A constituição do PNLD é uma decisão política importante e uma conquista social, haja vista que, pela primeira vez no Brasil, a escolha que o professor do Ensino Médio faz do LD é orientada primeiramente por diretrizes político-pedagógicas e não somente pelo jogo de forças do mercado editorial.²³ Todavia, é um programa nacional e, logicamente, uma produção política e social. Trata-se de um “produto de interesses políticos, econômicos e pedagógicos”.² Portanto, torna-se importante compreender o LD e o PNLD não apenas no campo pedagógico, mas também no âmbito da política e da economia.

No campo pedagógico o LD pode ser compreendido como um *recurso didático* de grande relevância no processo de ensino e de aprendizagem dos conceitos científicos, apresentando-se como importante material de apoio, com a função de orientar os estudos, inclusive fora do ambiente escolar, na ausência do professor, como uma fonte de estabilidade para os estudantes.

A distribuição de LD para todos os estudantes e professores das escolas públicas do Brasil, por meio do PNLD, configura uma grande conquista dos interesses pedagógicos e sociais de um país marcado pela desigualdade e exclusão social. Defendemos, contudo, a utilização do LD de Química no Ensino Médio e, sobretudo, a continuidade do trabalho pedagógico que o PNLD vem realizando no processo de qualificação desses recursos didáticos. Trata-se, todavia, de um LD de química/ciências que incorpora o conhecimento construído pela comunidade de educadores químicos no Brasil, especificamente no tratamento adequado dos conceitos de interdisciplinaridade e contextualização,

fundamentado na perspectiva de formação do sujeito com consciência crítica e política da realidade social.

5. O Método de Pesquisa

Trata-se de uma análise documental, em que os LD de Química aprovados pelo PNLD/2008/2012/2015/2018 são os documentos analisados. Circunscrita na investigação qualitativa, a pesquisa contempla uma “metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais” (p. 11).²⁴ Nesse sentido, as asserções do pesquisador devem ser fundamentadas na compreensão do texto a ser alcançado por sua leitura crítica, que implica a percepção das relações entre texto e contexto. A investigação exigiu uma análise crítica, que implica desvendar o que está por trás de cada conteúdo manifesto, no contexto geral de cada capítulo analisado, o que exigiu maior esforço no processo de interpretação qualitativa das mensagens do conteúdo latente. Para tanto, recorreremos à análise de conteúdo de Bardin²⁵ que consiste em:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, obter indicadores quantitativos ou não, que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) das mensagens”.²⁵

A técnica de análise fornece indicadores que permitem a inferência e interpretação de informações relativas às condições de produção e recepção das mensagens escritas. No caso específico deste trabalho, permitiram a inferência e interpretação de resultados que apontaram para as diferentes perspectivas de abordagem interdisciplinar que os autores de LD de Química, aprovados pelo PNLD/2008/2012/2015/2018, apresentam nos capítulos de Equilíbrio Químico e Eletroquímica de suas respectivas obras.

A leitura geral, denominada por Bardin²⁵ de leitura flutuante, de todos os capítulos das obras aprovados nos quatro PNLD, foi necessária para identificar os conceitos químicos que oferecem maiores contingências de associações entre o conhecimento científico e os fenômenos sociais. Portanto, foi a partir desta leitura inicial/geral que decidimos por analisar as perspectivas de abordagem interdisciplinar e contextualizada nos capítulos de Equilíbrio Químico e Eletroquímica das referidas obras, por considerarmos que estes apresentam conceitos mais propícios de serem associados ao contexto social.

Nosso foco de investigação foi pautado em dez obras aprovadas nos respectivos PNLD, divididas em 27 volumes de LD de Química. As tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam os códigos e as referências dos LD de Química aprovados nos respectivos programas (PNLEM/2008, PNLD/2012, PNLD/2015 e PNLD/2018) e analisados na nossa pesquisa.

No total foram 55 LD de Química aprovados nos quatro processos seletivos dos programas, divididos em livros de volume único (apenas os MMA, WMa, UQa e NSa do PNLEM/2008) e em livros de volumes seriados (1, 2 e 3). Contudo, os conceitos de Equilíbrio Químico e Eletroquímica encontram-se especificamente nos 27 livros didáticos analisados e apresentados nas tabelas 1, 2, 3, 4 e 5.

As referências (a, b, c, d) indicam respectivamente os LD do PNLEM/2008, PNLD/2012, PNLD/2015 e PNLD/2018. As referências (1, 2 e 3) indicam, respectivamente, volume 1, volume 2 e volume 3 dos livros seriados, enquanto o LD que não está referenciado por (1, 2 ou 3) é de volume *único* (constituído pelos três volumes).

Tabela 1. Código e referência dos livros didáticos de Química do PNLEM 2008 – código (a)

Código	Referência dos Livros didáticos de Química aprovados no PNLEM 2008
UQa	ALBECHT, C. H.; BIANCHI, J. C. A.; MAIA, D. J. Universo da Química. V. Único. FTD, 2005.
AC2a	CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. Química na abordagem do cotidiano. 3ª ed. V. 2. Moderna, 2005.
FE2a	FELTRE, R. Química. 6ª ed. V.2. Moderna, 2005.
MMA	MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química. 1ª ed. V. Único. Scipione, 2005.
WMa	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química e Sociedade. 1ª ed. V. Único. Nova Geração, 2005.
NSa	NÓBREGA O. S.; SILVA E. R.; SILVA R. H. Química. 1ª ed. V. Único. Ática, 2005.

Fonte: os autores.

Tabela 2. Código e referência dos livros didáticos do PNLD 2012 – código (b)

Código	Referência dos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD 2012
AC2b	CANTO, E. L.; PERUZZO, F. M. Química na abordagem do cotidiano. 3ª ed. V. 2. Moderna, 2010.
MR2b	FONSECA, M.R.M. Química-Meio ambiente-Cidadania-Tecnologia. 1ª ed. V.2. FTD, 2010.
SP2b	LISBOA, J.C.F. (org.). Ser Protagonista-Química. 1ª ed. V.2. SM, 2010.
MM2b	MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química. 1ª ed. V. 2. Scipione, 2010.
MM3b	MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química. 1ª ed. V. 3. Scipione, 2010.
WM2b	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química Cidadã. V.2. Nova Geração, 2010.
WM3b	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química Cidadã. V.3. Nova Geração, 2010.

Fonte: os autores.

Tabela 3. Código e referência dos livros didáticos do PNLD 2015 – código (c)

Código	Referência dos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD 2015
SP2c	ANTUNES, M. T. (ed. resp.). Ser Protagonista-Química. 2ª ed. V.2. SM, 2013.
MR2c	FONSECA, M.R.M. Química. 1ª ed. V.2. Ática, 2013.
MM2c	MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química. 1ª ed. V. 2. Scipione, 2013.
MM3c	MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química. 1ª ed. V. 3. Scipione, 2013.
WM2c	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química Cidadã. V. 2. AJS, 2013.
WM3c	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química Cidadã. V. 3. AJS, 2013.

Fonte: os autores.

Tabela 4. Código e referência dos livros didáticos do PNLD 2018 – código (d)

Código	Referência dos Livros Didáticos de Química aprovados no PNLD 2018
VV2d	ANTUNES, M. T.; NOVAIS, V. L. D. Vivá-Química. 1ª ed. V. 2. Positivo, 2016.
CP2d	CHEMELLO, E.; CISCATO, C. A.; PEREIRA, L. F.; PROTI, P. B. Química. V. 2. Moderna, 2016.
MR2d	FONSECA, M.R.M. Química. 2ª ed. V.2. Ática, 2016.
SP2d	LISBOA, J.C.F. [et al.]. Ser Protagonista-Química. 3ª ed. V. 2. SM, 2016.
MM2d	MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química. 3ª ed. V. 2. Scipione, 2016.
MM3d	MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química. 3ª ed. V. 3. Scipione, 2016.
WM2d	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química Cidadã. V. 2. AJS, 2016.
WM3d	MOL, G.S.; SANTOS, W.L.P. (coord.). Química Cidadã. V. 3. AJS, 2016.

Fonte: os autores.

A tabela 5 apresenta a distribuição dos códigos de referência dos LD por PNLD.

A análise de conteúdo se desenvolveu em diferentes fases, “tal como o inquérito sociológico”, a saber: a pré-análise, a descrição analítica ou tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação²⁵. O processo analítico evidenciou categorias que apresentam objetividade e fidelidade no sentido de possibilitar inferências sobre a perspectiva de abordagem interdisciplinar que os autores de Livros de Química do PNLD apresentam em suas respectivas obras.

A tabela 6 apresenta as categorias de análise da abordagem interdisciplinar.

As categorias de análise são o resultado de um processo analítico que sempre objetivou a interpretação do contexto geral de cada capítulo analisado. Portanto, cada fragmento, constituinte de cada uma das categorias de análise obtidas, está associado ao contexto geral de cada capítulo analisado das diferentes obras.

6. A Perspectiva de Interdisciplinaridade em Livros Didáticos de Química do PNLD

Os resultados apontaram que a maioria dos LD analisados reconhecem a interdisciplinaridade como abordagem importante no ensino de Química. Todos os LD apresentaram elementos da abordagem intra-multi-pluridisciplinar. A abordagem das interações conceituais inerentes ao conhecimento científico como interdisciplinaridade acadêmica e instrumental foi identificada em oito das dez obras analisadas. Uma obra apresentou abordagem que se

aproximou da interdisciplinaridade como compreensão de contextos e problemáticas inerentes à realidade social.

A tabela 7 apresenta as categorias de análise alcançadas por cada LD analisado.

A descrição das categorias, a análise e discussão dos resultados estão apresentadas a seguir.

6.1. Abordagem intra-multi-pluridisciplinar como perspectiva de interdisciplinaridade

Esta categoria é representativa do “nível” mais baixo de integração conceitual, por vezes, inerente à própria sequência didática dos conceitos científicos.

A *intradisciplinaridade* é uma abordagem necessária no LD que atende a um modelo curricular de sequência linear do conteúdo químico.

O fragmento 1 representa a abordagem intradisciplinar na obra de SP, que faz inter-relação entre conceitos de Equilíbrio Químico e o de Temperatura Crítica, visto no capítulo de propriedades coligativas.

Fragmento 1. (SP2b/SP2c/SP2d, p. 168-169/117/109-110).

Esse processo consiste em introduzir a mistura gasosa dos reagentes num reator. Em seguida, a mistura é transferida para um condensador, que liquefaz a amônia produzida, retirando-a rapidamente do sistema. [...] há uma temperatura acima da qual é impossível liquefazer-se um gás, por maior que seja a pressão que se aplique. Essa temperatura é chamada **temperatura crítica** [...]. A **produção de amônia** é realizada sob temperatura aproximada de 500 °C. Muito

Tabela 5. Distribuição dos códigos de referência dos Livros didáticos por PNLD

Obras	PNLEM 2008	PNLD 2012	PNLD 2015	PNLD 2018
1				VV2d
2				CP2d
3		SP2b	SP2c	SP2d
4		MR2b	MR2c	MR2d
5	MMa	MM2b/MM3b	MM2c/MM3c	MM2d/MM3d
6	WMa	WM2b/WM3b	WM2c/WM3c	WM2d/WM3c
7	AC2a	AC2b		
8	UQa			
9	FE2a			
10	NSa			

Fonte: os autores.

Tabela 6. Categorias de análise da Abordagem Interdisciplinar

CATEGORIAS DE ANÁLISE DA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR
1. Abordagem Intra-multi-pluridisciplinar como perspectiva de interdisciplinaridade.
2. Abordagem das interações conceituais inerentes ao conhecimento científico como interdisciplinaridade acadêmica e instrumental.
3. Interdisciplinaridade como compreensão de contextos e problemáticas inerentes à realidade social.

Fonte: os autores.

Tabela 7. Categorias de análise alcançadas por cada livro didático analisado.

LIVROS DIDÁTICOS	Abordagem intra-multi-pluridisciplinar como interdisciplinaridade	Abordagem das interações conceituais inerentes ao conhecimento científico como interdisciplinaridade acadêmica e instrumental	Interdisciplinaridade como compreensão de contextos e problemáticas inerentes à realidade social
NSa	X		
UQa	X		
AC2a	X	X	
AC2b	X		
FE2a	X	X	
WMa	X	X	
WM2b/WM3b	X	X	
WM2c/WM3c	X	X	
WM2d/WM3d	X	X	
SP2b	X	X	
SP2c	X	X	
SP2d	X	X	
MMa	X	X	
MM2b/MM3b	X	X	
MM2c/MM3c	X	X	
MM2d/MM3d	X	X	
VV2d	X	X	
CP2d	X	X	
MR2b	X	X	X
MR2c	X	X	X
MR2d	X	X	X

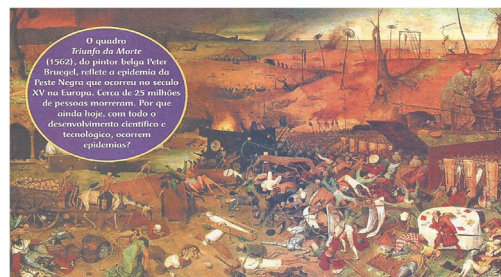
Fonte: o autor.

superior à temperatura crítica, que é de 132,5 °C. Assim, ainda que o processo de produção seja realizado sob pressões muito altas (de 200 atm a 300 atm), superiores à pressão crítica (112 atm), para liquefazer a amônia deve-se, necessariamente, provocar abaixamento da temperatura.

Trata-se de um contexto que valoriza a abordagem disciplinar, necessária ao processo de construção do saber químico, do “conhecimento poderoso”.⁶ Importante aos estudantes que se interessam e são estimulados pelo aprofundamento e compreensão dos conceitos químicos, por meio de uma sequência didática inerente ao processo de construção do conhecimento, por meio da abordagem intradisciplinar.

A *multidisciplinaridade* é o nível mais baixo de integração entre diferentes disciplinas, ocorre pela simples justaposição entre conteúdos que não dialogam entre si, pois não há nexos na inter-relação dos conhecimentos disciplinares que são apresentados em compartimentos incomunicáveis. O fragmento 2 é representativo de um contexto que recorre à arte (pintura) para tratar a história da *epidemia da Peste Negra*, na seção denominada *poluição da água* no capítulo de soluções. Contudo, o contexto não apresenta nenhum nexo de interação com os conceitos de Equilíbrio Químico.

Fragmento 2. (WMa, p. 469).



Vale ressaltar que a abordagem multidisciplinar é comum em alguns LD que se intitulam “interdisciplinares” e/ou “temáticos”, contudo, o que há, de fato, é uma simples justaposição de conteúdos de diferentes disciplinas.

Na *pluridisciplinaridade* a interação é, por vezes, inerente ao próprio processo de construção do saber químico, necessária à compreensão e significação do conhecimento disciplinar por meio de uma sequência didática pluridisciplinar. O fragmento 3, de MR2b/MR2c/MR2d, representa a abordagem pluridisciplinar no processo de explicação do conceito de pH, que demanda o saber matemático do conceito de logaritmo.

Fragmento 3. (MR2b/MR2c/MR2d, p. 298/240/215).

Por definição, o logaritmo de um número real e positivo a , na base 10, é o expoente x ao qual se deve elevar o 10 para se obter a . [...]. O

bioquímico dinamarquês Peter Lauritz Sorensen (1868-1939) propôs em 1909 que essa relação, referente ao número x , passasse a ser designada por pX (em que p = operador potência).

O LD SP2b, representado pelo fragmento 4, utiliza a física de Newton para explicar a formação das cores, uma vez que trata da mudança de cor do sistema reversível da fenolftaleína.

Fragmento 4. (SP2b, p. 227).

Um indicador muito utilizado em laboratório é a fenolftaleína.



A fenolftaleína é um ácido fraco que, na sua forma não dissociada, se apresenta incolor. [...] Essa mudança de cor indica o predomínio de Ind⁻.

As cores

▲ Prisma de Newton: decomposição da luz do Sol nas cores do arco-íris. Representação com cores-fantasia.

Um dos produtos da interação da luz com a matéria é a reflexão da primeira em uma determinada faixa de energia.

As substâncias presentes nos materiais refletem a luz que chega ao olho humano. Newton, dentre os seus vários estudos, pesquisou a propagação da luz e a formação das cores e conseguiu, a partir de um prisma, fazer a separação [delas].

A luz é uma forma de energia e apresenta caráter de onda e de partícula. As ondas da luz são eletromagnéticas e, para cada comprimento de onda, associa-se uma quantidade de energia e uma cor. Assim, pode ser obtido o espectro eletromagnético da luz.

O sistema visual do ser humano só consegue detectar as ondas que estão na faixa de 400-700 nm, denominada região do visível. Como o ser humano só pode perceber a cor nesta região do visível, as substâncias que causam sensação de cor também devem agir absorvendo e refletindo comprimentos de onda em tal região.

Disponível em: <http://genes.sbio.org.br/online/qnesc3002-QS-6208.pdf>. Acesso em: 30 out. 2009.

A abordagem é importante, uma vez que os estudantes podem ter dúvidas da seguinte ordem: “O átomo tem cor? Se a matéria é formada por átomos e o átomo não tem cor, como é possível a “emissão das cores” pela matéria? Essa é perspectiva epistemológica estimula a criação de estruturas de ações propriamente lógicas do pensar as relações conceituais. “Naturalmente, o poder motivador desta perspectiva é superior a situações mais próximas da vida cotidiana, ao poderem se basear em contextos mais amplos do que os permitidos pelo estudo de apenas uma disciplina” (p. 72).¹

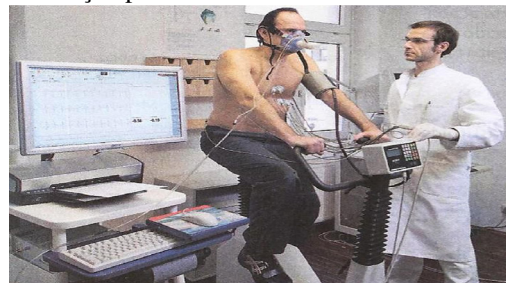
6.2. Abordagem das interações conceituais inerentes ao conhecimento científico como interdisciplinaridade acadêmica e instrumental

Esta categoria de análise é representativa da perspectiva interdisciplinar da lógica do sentido e da funcionalidade. Centralizada nas interações conceituais da química e da biologia, ou da química e da física, a abordagem objetiva a descrição científica e tecnológica do cotidiano e/ou a compreensão e resolução de problemas pontuais por meio da interdisciplinaridade acadêmica e instrumental. Trata-se da síntese conceitual (interdisciplinaridade acadêmico-escolar) associada à explicação de fatos, fenômenos e tecnologias do cotidiano (interdisciplinaridade instrumental).

O fragmento 5, do LD MR2c/MR2d, representa a interação dos conceitos da química e da biologia, necessária à compreensão de fatos, fenômenos e tecnologias do cotidiano.

Fragmento 5. (MR2c/MR2d, p. 252/224).

Exercícios físicos prolongados podem levar à formação de ácido láctico. Para combater o excesso de ácido láctico, o organismo utiliza os sistemas de tamponagem, quando esses sistemas não são suficientes, é ativada a estimulação do centro respiratório, modificando-se a taxa de ventilação pulmonar.



Os fragmentos 6, 7, e 8, das obras de WM e MM, representam as interações conceituais da química e da biologia na explicação da *doping genético*.

Fragmento 6. (WMA/WM2b/WM2c/WM2d, p. 480/345/151/204).

$\text{Hb}(\text{sangue}) + \text{O}_2(\text{sangue}) \rightleftharpoons \text{HbO}_2(\text{sangue})$. O equilíbrio hemoglobina-oxigênio se altera com a diminuição na concentração de oxigênio [...]. Pesquisas apontam que os habitantes de cidades altas chegam a ter 50% a mais de hemoglobina no sangue do que aqueles que moram no nível do mar. Atletas de regiões de menor altitude sofrem quando chegam a esses locais. “**Dá para imaginar que o equilíbrio químico possa influir no resultado de um jogo de futebol?**”

Fragmento 7. (WMA, p. 481).

Você já ouviu falar sobre o **doping genético** ou terapias genéticas? São formas naturais de *doping*, como respirar todo dia por uma hora o ar rarefeito, aumentando a oxigenação dos músculos, o que aumenta a resistência e a velocidade.

Fragmento 8. (MMA/MM2b/MM2c/MM2d, p. 327/161/189/184).

Quando jogam em La Paz, na Bolívia, por exemplo (com cerca de 3600 m de altitude), **alguns times de futebol chegam com antecedência para se adaptar às condições ambientais**.

Trata-se da perspectiva instrumental da interdisciplinaridade, que objetiva a resolução de um problema: a adaptação de um time de futebol às condições ambientais de um país com 3600 metros de altitude. O conhecimento científico interdisciplinar e a tecnologia são úteis, práticas e operacionais, tendo em vista que um time de futebol é uma empresa.

Os fragmentos 9, 10, 11 e 12, do capítulo de eletroquímica da obra de WM, são representativos da perspectiva puramente instrumental, por meio das relações entre a ciência (química e física) e a tecnologia.

Fragmento 9. (WMa/WM3b/WM3c/WM3d, p. 655/253/257/211).

Além da **diferença de potencial** elétrico das pilhas, há outro fator importante: sua **potência**. A potência de uma pilha determina sua **capacidade de realizar trabalho** em condições padrão.

$$P = V \cdot C$$

$$P = J \cdot C^{-1} \cdot C \cdot s^{-1}$$

$$P = J \cdot s^{-1} = W$$

Fragmento 10. (WM3d, p. 211).



Fragmento 11: (WMa/WM3c/WM3d, p. 655/255/212).

[...] a **potência** é uma grandeza importante a ser utilizada na medição do **desempenho de aparelhos elétricos** [...]. Lâmpadas incandescentes, por exemplo, transformam apenas cerca de 10% da energia consumida em luminosa [...]. Parte da energia restante é dissipada na forma de calor [...].

Fragmento 12. (WM3c, p. 256).



Trata-se da aplicação do conhecimento interdisciplinar e tecnológico na busca por aparelhos mais econômicos. Contudo, na obra de WM, representado pelos fragmentos 9, 10, 11 e 12, o discurso de que a “*busca por aparelhos ou dispositivos mais econômicos reflete uma preocupação mundial com a conservação do planeta*” está limitada às relações entre a ciência e a tecnologia, dissociada do tecido social, político e econômico, isto é, não contempla as “forças que fazem acontecer” o processo de construção e apropriação social do conhecimento científico e tecnológico. A narrativa reforça a ideia de uma ciência neutra, livre do tecido social, que está unicamente em função da condição humana e ambiental. Trata-se de um contexto que, ausente de questionamento ao modo de produção, não permite visualizar os conflitos das relações que constituem o ambiente.²⁶

Portanto, ausente de contextualização, de questionamento ao modo de produção, a interdisciplinaridade passa a ser concebida e veiculada progressivamente como um “conceito subsumido pelo capital, visando, em termos de discurso e de prática, demandar da instituição educativa um egresso cada vez mais adequado ao atual mercado capitalista: flexível e adaptável às mudanças do capital” (p. 183).⁷

A abordagem da interdisciplinaridade com perspectiva acadêmica e instrumental trata os problemas sociais e ambientais de forma pontual. Nessa perspectiva, cujos problemas não são abordados dentro de um contexto geral do capítulo estudado, a abordagem interdisciplinar aparece como “recurso acessório ou complemento de capítulos nos quais estruturas conceituais são contempladas. Não é raro encontrar sugestões de projetos interdisciplinares em boxes ou como uma espécie de rodapé no final dos capítulos” (p. 80).³

A perspectiva puramente acadêmica e instrumental da interdisciplinaridade não contempla a *ação* epistemológica da contextualização, isto é, não está para além do conhecimento cotidiano e das narrativas sistêmicas a favor da interdisciplinaridade.⁵ Trata-se de uma perspectiva que está associada à descrição científica do cotidiano, mas também busca sua legitimação pelo atendimento a determinados fins, que compreende o conhecimento legitimado pelo atendimento aos métodos e conhecimentos acadêmicos, em nível de aplicação operacional, técnica e metodológica, mas não epistemológica.¹¹

6.3. Interdisciplinaridade como compreensão de contextos e problemáticas inerentes à realidade social

A interdisciplinaridade como compreensão de contextos e problemáticas inerentes à realidade social está associada à interdisciplinaridade contextualizada. Os elementos desta categoria de análise representam o contexto desenvolvido ao longo de todo o capítulo, de forma temática, cujo tema e contexto contemplam a tensão dialética entre os conceitos interdisciplinares e as problemáticas sociais e ambientais. Para tanto, a simplificação heurística das relações entre texto e contexto, da real natureza do conhecimento científico, bem como das suas imbricadas relações com a realidade social e ambiental não é tendência nos capítulos que apresentam elementos desta categoria.

Os LD MR2a/MR2c/MR2d trabalham o conceito de Equilíbrio Químico de forma temática, apresentando as interações conceituais da química e da biologia ao longo de todo o capítulo de Equilíbrio Químico, em um mesmo texto e contexto, na apreensão da problemática socioambiental que envolve o tema *corais*. A tensão dialética entre os conceitos das duas disciplinas, bem como entre a abordagem conceitual e contextual se faz presente na abordagem temática, sem a valorização de uma abordagem em detrimento da outra.

Os fragmentos 13 e 14 são representativos de um contexto problematizador que aponta para a necessidade de

preservação dos corais, por meio do conhecimento científico e tecnológico e da responsabilidade social e política.

Fragmento 13. (MR2c/MR2d, p. 190/174).

Preservar os corais existentes, garantindo sua sobrevivência e criando meios para sua reprodução, é uma forma de ajudar diversas outras espécies que dependem dos corais para sobreviver, além de garantir um ambiente mais saudável para nós mesmos.

Fragmento 14. (MR2b/MR2c/MR2d, p. 245/212/175).

A culpa seria da poluição produzida pelo homem e do aumento das temperaturas na terra. [...] Quando os corais extinguem, o mesmo ocorre com as plantas e os animais que deles dependem para obter alimento e refúgio contra os predadores.

Uma pergunta é apresentada na introdução do capítulo do LD MR2d (fragmento 15):

Fragmento 15. (MR2d, p.175).



Você sabe como a mudança temperatura da água dos oceanos afeta a comunidade de corais? De fato, no decorrer do capítulo, o LD MR2d, representado pelo fragmento 15, retoma a respectiva questão por meio das interações conceituais da disciplina de química e de biologia, concomitantemente à tensão dialética entre tais conceitos o contexto socioambiental.

O fragmento 16 representa uma perspectiva interdisciplinar que está para além da síntese conceitual. Trata-se de uma contextualização histórica, que compreende a História e Filosofia da Ciência, contemplando as revoluções científicas e a real natureza do processo de produção do conhecimento científico, que é humano, histórico e social.

Fragmento 16. (MR2b/MR2c/MR2d, p. 275/203/199).

Durante muitos séculos, acreditou-se que os corais fossem **vegetais**. Quem descobriu que eram **animais e ovíparos – cnidários** da classe **Anthozoa** – foi o naturalista francês Jean-André Peyssonel, que começou a estudá-los em 1723. Os corais não têm **cérebro** nem **coluna vertebral** e se fixam a partir de um esqueleto, denominado **coralito**, constituído basicamente de carbonato de cálcio, $\text{CaCO}_3(\text{s})$. [...] Quando Jean-André Peyssonel comunicou à Academia de Ciências,

em Paris, que havia concluído que os corais eram animais, foi alvo de muita zombaria. O tempo mostrou que ele estava certo.

Portanto, antes de compreender contextos e problemáticas inerentes à realidade social e ambiental, a interdisciplinaridade contextualizada contempla o real processo de construção do conhecimento científico, o que implica a recuperação de dimensões que chegaram a ser satanizadas pelo forte domínio do positivismo, como a imaginação, criatividade, intuição e as *incertezas*.¹ Trata-se de uma perspectiva que rompe com o postulado comum das diversas epistemologias tradicionais que entendem o conhecimento como fato e não como processo. Piaget²⁷ afirma que sob a influência convergente de uma série de fatores, passa-se cada vez mais, hoje em dia, a considerar o conhecimento como um processo, mais que como estado.

A ação epistemológica da interdisciplinaridade compreende as complexas relações entre a ciência e a sociedade, mas também é prática criadora de conhecimento. Para Etges,¹¹ a interdisciplinaridade passa a ser o instrumento epistemológico não só de compreensão da ciência, mas de sua construção. Frigotto¹³ reforça que o problema está situado primeiramente na forma histórica e concreta que os seres humanos estabelecem suas relações sociais de produção; secundária e concomitantemente, o problema se apresenta no plano especificamente epistemológico, teórico e na práxis.

De forma dialógica a obra de MR retoma as questões colocadas nos textos de abertura do capítulo de Equilíbrio Químico, por meio da interação entre os conceitos da biologia e da química, sempre trabalhados no contexto geral do capítulo. Este caráter dialógico pode ser representado pelos fragmentos 17 e 18.

Fragmento 17. (MR2d, p. 175).

Você leu uma matéria afirmando que os corais estão sendo ameaçados pela poluição e pelo aumento das temperaturas. Você sabe como a mudança de temperatura da água dos oceanos afeta a comunidade de corais?

Fragmento 18. (MR2b/MR2c/MR2d, p. 276/219/199).

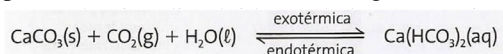
*Como a mudança de temperatura da água dos oceanos afeta a comunidade de corais? [...] Essas algas coloridas vivem “aprisionadas” em células da epiderme do coral [...]. Os corais protegem as zooxantelas contra predadores e fornecem CO_2 (eliminado pela respiração) para que elas façam **fotossíntese**, além de excretarem nitrogênio, fósforo e outros nutrientes. As zooxantelas, por sua vez, produzem **glicose e oxigênio**, fornecendo energia para o coral, além de ajudarem na formação do **carbonato de cálcio** do coralito. [...] O nome coral vem do latim *corallium*, que significa ‘dotado de cor’ e se refere principalmente aos **corais hermatípicos**. A cor do coral, porém, não é própria desse animal,*

mas sim o resultado de uma *simbiose* (união entre seres vivos) entre os corais e algumas espécies de *algas* microscópicas, denominadas *zooxantelas*.

A abordagem epistemológica compreende dois fatores associados à preservação dos corais, um químico e um biológico. O primeiro consiste na luminosidade necessária à realização da *fotossíntese* das algas, que são vitais aos corais, já explicado no fragmento 18. O segundo consiste no *deslocamento de equilíbrio químico provocado pela variação de temperatura*, que provoca a decomposição do carbonato de cálcio que sustenta os corais, representado pelo fragmento 19.

Fragmento 19. (MR2b/MR2c/MR2d, p. 276/219/199).

Quando a temperatura da água aumenta, essa parceria é rompida. [...] o fato é que as zooxantelas vão embora, e os corais ficam brancos, e, embora consigam sobreviver por algum tempo, tornam-se frágeis e podem não ter energia suficiente para a reprodução. Por outro lado, a diminuição da temperatura também é prejudicial. Os corais fixam-se sobre uma base de carbonato de cálcio, $\text{CaCO}_3(\text{s})$, que eles mesmos produzem, e em contato com a água e com o



Sabemos que **quando a temperatura diminui**, a solubilidade do gás carbônico aumenta. Aumentando a quantidade de gás carbônico na reação acima, **o equilíbrio desloca-se no sentido direto**, de modo a consumir o $\text{CO}_2(\text{g})$ em excesso, o que acaba provocando a dissolução do carbonato de cálcio e fragilizando a base que os corais utilizam para se fixar. Estando frágil, a base de coralito fica mais suscetível aos movimentos das águas e dos seres que vivem ao redor, podendo se romper, o que significa a morte do coral.

A partir da abordagem interdisciplinar, a obra de MR apreende uma problemática inerente à realidade socioambiental e finaliza o capítulo, não com respostas prontas e acabadas da epistemologia tradicional, mas sim com problematizações e questionamentos, apontando para um problema que é social e não somente da ciência. O problema é representado pelo fragmento 20.

Fragmento 20. (MR2b/MR2c/MR2d, p. 325/261/235).

A sobrevivência desse grupo de animais, que abriga uma variedade imensa de outros seres, depende da manutenção de um equilíbrio delicado entre temperatura, luminosidade e ausência de nutrientes, [...] a taxa de decomposição de carbonato de cálcio nos recifes de coral é de cerca de $10 \text{ kg/m}^2/\text{ano}$ [...], a velocidade de recuperação nunca vai atingir a de degradação se não tomarmos

alguma providência urgente para frear a poluição que estamos causando e para preservar os recifes de corais saudáveis que ainda temos.

A abordagem interdisciplinar contextualizada do LD MR contempla a ação epistemológica e ao mesmo tempo instrumental, contudo, a autora salienta para a necessidade do conhecimento. “*O poder público precisa criar políticas que incentivem novos métodos e fiscalizem [...]. Como vamos fiscalizar sem conhecimento?*” (MR2d, p. 262).

A abordagem que objetiva a formação do sujeito com consciência crítica e reflexiva da realidade social está para além da interdisciplinaridade das disciplinas da área das ciências da natureza e suas tecnologias, para além da interdisciplinaridade acadêmica e instrumental. Ela apreende a realidade social, o que implica a *ação* epistemológica que desloca o conhecimento nos diferentes contextos sociais. Contudo, como a abordagem se origina e é contextualizada nos problemas do “mundo real”, a ação epistemológica “transcende a estreiteza das visões disciplinares e interdisciplinares de mundo e abordagens que não ampliam o status quo da estrutura acadêmica” (p. 68).¹⁹ “Isso coloca os esforços interdisciplinares em uma perspectiva muito diferente da contextualização” (p. 261).²⁰ Portanto, a perspectiva de abordagem da interdisciplinaridade está circunscrita na contextualização.

7. Considerações Finais

Os LD estão mais voltados à descrição científica e tecnológica do cotidiano imediato, que está associada às perspectivas de abordagem da interdisciplinaridade da lógica do sentido (síntese conceitual) e da lógica da funcionalidade (instrumental). Todavia, trata-se de uma abordagem interdisciplinar apresentada de forma pontual, como um recurso acessório.

A abordagem interdisciplinar que se aproxima da realidade social e ambiental emerge do contexto geral do capítulo estudado. Essa abordagem está para além das relações entre a ciência e a tecnologia, pois, contempla a ação epistemológica da contextualização nas complexas relações do saber científico construído com a realidade social e ambiental.

A obra de MR2b/MR2c/MR2d alcançou, no capítulo de Equilíbrio Químico, a abordagem que mais se aproxima da interdisciplinaridade contextualizada e da realidade socioambiental. Os respectivos LD apresentaram os conceitos de Equilíbrio Químico de forma temática, cujo tema são os corais. A problemática que envolve os corais e o meio ambiente foi trabalhada a partir das interações entre os conceitos de biologia e de química, ao longo do contexto geral do referido capítulo.

Importante ressaltar que os LD MR2b/MR2c/MR2d contemplam a perspectiva de “interdisciplinaridade como compreensão de contextos e problemáticas inerentes

à realidade social” no capítulo de Equilíbrio Químico. Portanto, não podemos inferir que esta perspectiva de abordagem da interdisciplinaridade está presente nos demais capítulos da obra.

Uma das dez obras analisadas apresentou a interdisciplinaridade contextualizada que compreende contextos e problemáticas inerentes à realidade social. Todavia, vale salientar sobre o caráter de *processo* do trabalho desenvolvido pelo PNLD. Importante ressaltar também que nossa pesquisa⁸ de doutorado apontou que seis dos dez LD de Química analisados, que constituem o último PNLD/2018, apresentaram uma abordagem contextualizada como aproximação entre o *conhecimento químico* e a *realidade social*. São resultados que evidenciaram que o PNLD promoveu um efeito indutor na qualificação da abordagem contextualizada nos capítulos de Equilíbrio Químico e Eletroquímica dos LD de química do programa.

Formar o sujeito por meio da interdisciplinaridade contextualizada é fazê-lo compreender o processo de vida real, em um movimento dinâmico e reversível de transposição do conhecimento científico e tecnológico no contexto social, político e econômico, bem como torná-lo consciente dos interesses e das forças que fazem acontecer o processo de produção e apropriação desse conhecimento.

Compreendemos a relevância de futuras pesquisas que envolvam a análise de obras didáticas de química ou de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Apresentamos como sugestão a análise da abordagem transdisciplinar nessas obras, uma vez que o caráter polissêmico e *complexo* da contextualização e da interdisciplinaridade demandam a compreensão mais profunda do conceito de transdisciplinaridade.

Defendemos a continuidade do trabalho pedagógico do PNLD no processo indutor da melhoria da qualidade das obras didáticas, bem como dos avaliadores de LD comprometidos com o objetivo de formar o cidadão com consciência crítica e política da realidade social. Avaliadores que compreendem a importância do conhecimento dos conceitos de interdisciplinaridade e contextualização, seus limites e potencialidades no ensino e na abordagem das obras didáticas da *área* das CNT.

Por fim, reiteramos do nosso comprometimento com a perspectiva transformadora no ensino e nos LD de química/ciências. Especialmente no contexto sociopolítico da atualidade, que exige resiliência face ao obscurantismo de uma política de governo que nega o conhecimento, o que constitui uma problemática no sentido de pôr em risco muito do que foi conquistado pelos educadores químicos do nosso país.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

1. Santomé, J. T.; *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Artmed: Porto Alegre, 1998.
2. Rocha, E. F.; Mello, I. C.; A Política do PNLD sob a Ótica de Grupos Econômicos: em Foco, a Produção de Livros Didáticos Digitais de Química. *Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química* **2020**, *1*, 1. [[Link](#)]
3. Petrucci-Rosa, M. I.; *Currículo de Ensino Médio e conhecimento escolar: das políticas às histórias de vida*. CRV: Curitiba, 2018.
4. Jantsch, A. P.; Bianchetti, L.; Em *Interdisciplinaridade: Para além da filosofia do sujeito*; Jantsch A. P.; Bianchetti, L. Eds.; Vozes: Petrópolis, 2011. Cap. 1.
5. Leite, M. B.; Soares, M. H. F. B.; Contextualização: para além das narrativas sistêmicas a favor da interdisciplinaridade. *Investigações em Ensino de Ciências* **2021**, *26*, 56. [[Crossref](#)]
6. Young, M.; Superando a crise na teoria do currículo: uma abordagem baseada no conhecimento. Artigo publicado originalmente na revista *J. Curriculum Studies* **2013**, *45*, 101. [[Crossref](#)]
7. Mueller, R. R.; Bianchetti, L.; Jantsch, A. P.; Em *Interdisciplinaridade. para além da filosofia do sujeito*; Jantsch A. P.; Bianchetti, Eds; Vozes: Petrópolis, 2011. Cap. 10.
8. Leite M. B.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Goiás, 2020. [[Link](#)]
9. Lenoir, Y.; Três interpretações da perspectiva interdisciplinar em educação em função de três tradições culturais distintas. *Revista E-Curriculum* **2005**, *1*. [[Link](#)]
10. Follari, R.; Em *Interdisciplinaridade: Para além da filosofia do sujeito*; Jantsch A. P.; Bianchetti, L., Eds.; Vozes: Petrópolis, 2011. Cap. 6.
11. Etges, N. J.; Em *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*; Jantsch A. P.; Bianchetti, L., Eds.; Vozes: Petrópolis, 2011. Cap. 3.
12. Fazenda, I. C.; *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Papirus: Campinas, 2012.
13. Frigotto, G.; Em *Interdisciplinaridade: Para além da filosofia do sujeito*; Jantsch A. P.; Bianchetti, L., Eds.; Vozes: Petrópolis, 2011. Cap. 2.
14. Morin, E.; *Ciência com consciência*. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2014.
15. Freire, P.; *Ação cultural para a liberdade*. Paz e Terra: Rio de Janeiro, 1982.
16. Morin, E.; *Introdução ao pensamento complexo*. Sulina: Porto Alegre, 2015.
17. Severino, A. J.; Em *Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito*; Jantsch A. P.; Bianchetti, L., Eds.; Vozes: Petrópolis, 2011. Cap. 7.
18. Miller, R.; Varieties of interdisciplinary approaches in the social sciences. *Issues in Integrative Studies* **1982**, *1*, 1. [[Link](#)]
19. Klein, J. T.; Discourses of transdisciplinarity: Looking Back to the Future. *Futures* **2014**, *63*, 68. [[Crossref](#)]
20. Nikitina S.; Three strategies for interdisciplinary teaching: contextualizing, conceptualizing, and problem-centring. *Journal of Curriculum Studies* **2006**, *38*, 251. [[Crossref](#)]

21. Chassot, A.; *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Unijuí: Ijuí, 2018.
22. Choppin, A.; O historiador e o livro escolar. Trad. Maria Helena Camara Bastos. *História da Educação* **2002**, 6, 5. [[Link](#)]
23. Echeverría, A. R.; Gauche, R; Mello, I. C.; Em *Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências*; Rosa, M. I. P.; Rossi A. V., Eds.; Átomo: Campinas, 2008. Cap. 3.
24. Bogdan, R.; Biklen, S.; *Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora: Portugal, 1994.
25. Bardin, L.; *Análise de conteúdo*. Edições 70: São Paulo, 2011.
26. Cassiano, K. F. D.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Goiás, 2017. [[Link](#)]
27. Piaget. J.; *Psicologia & Epistemologia: por uma teoria do conhecimento*. Trad. Agnes Cretella. Forence-Universitária: Rio de Janeiro, 1973.