

Que visões de ciências estão subjacentes na abordagem da Lei de Hubble nos livros didáticos de Física do ensino médio?

Lincon Pherry Maciel Batista¹, Carlos Alexandre dos Santos Batista², Ana Caroline Thiara dos Santos¹ e Maxwell Roger da Purificação Siqueira¹

1 Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil; 2 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil. Emails: linconphyerry@outlook.com, carlos.batista@uesb.edu.br, carolthiara16@outlook.com, mrpsiqueira@uesc.br.

Resumo: Este artigo apresenta uma análise da transposição didática da Lei de Hubble nos livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático, PNLD 2018 e PNLD 2021, evidenciando algumas visões distorcidas da Natureza da Ciência. Para tanto, fundamenta-se na teoria da transposição didática de Chevallard, operacionalizando seus conceitos de despersonalização, descontextualização e desincretização, alinhados com o aporte metodológico da análise de conteúdo de Bardin. Como dado concreto, observou-se que a abordagem da Lei de Hubble nos livros didáticos do PNLD 2018 e 2021 apresenta visões distorcidas da natureza da ciência, do trabalho e do conhecimento científico, com uma estreita relação com os conceitos/categorias analíticas. Portanto, considera-se que somente uma constante vigilância epistemológica, fundamentada em pesquisas, pode corrigir e melhorar a qualidade da atualização e da abordagem de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em salas de aula da educação básica.

Palavras-chave: cosmologia moderna, lei de Hubble, natureza da ciência, livros didáticos de Física, ensino médio.

Title: What views of science underlie the approach to Hubble's Law in high school Physics textbooks?

Abstract: This article presents an analysis of the didactic transposition of Hubble's Law in the textbooks of the Textbooks National Program, PNLD 2018 and PNLD 2021, highlighting visions of the nature of science. Therefore, it is based on Chevallard's theory of didactic transposition, operationalizing his concepts of depersonalization, decontextualization and desyncretization, aligned with the methodological contribution of Bardin's content analysis. As concrete data, it was observed that the approach to Hubble's Law in the PNLD 2018 and 2021 textbooks conveys distorted views of the nature of science, work and scientific knowledge, with a close relationship with analytical concepts/categories. Therefore, only a constant epistemological surveillance, based on research, can correct and improve the quality of updating and approach to Modern and Contemporary Physics content in primary education classrooms.

Keywords: modern cosmology, Hubble's law, nature of science, physics textbooks, high school.

Introdução

Desde o final da década de 1980, a comunidade do Ensino de Ciências/Física tem desenvolvido um empreendimento coletivo para atualização curricular. Por meio de pesquisas teóricas e práticas, vislumbra-se a renovação de conteúdos científicos e metacientíficos; metodologias de ensino e objetivos educacionais que instrumentalizam a formação científica e tecnológica da Educação Básica (Batista e Peduzzi, 2022b; 2022b; Brockington, Siqueira e Pietrocola, 2017; Cachapuz et al., 2005; Martins, 2015; Moreira, 2021).

Dentre as principais justificativas desse empreendimento, está a defesa da melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de saberes a ensinar, contextuais e condizentes com a realidade do mundo contemporâneo (Brockington, Siqueira e Pietrocola, 2017; Silva, Arengi e Lino, 2013). Para além dos conteúdos, algumas pesquisas apontam a importância de uma aprendizagem que leva em consideração a temática Natureza da Ciência (NdC). Este aspecto engloba o funcionamento das ciências, o processo de produção, validação e comunicação de conhecimentos científicos, incluindo a compreensão de suas influências filosóficas, históricas, psicológicas e sociológicas. Isso implica ensinar *em e sobre* as ciências, considerando esses saberes metacientíficos originados nos contextos históricos investigativos (Guerra e Moura, 2022; Martins, 2015).

Para o Ensino de Física, Pietrocola e Gurgel (2017) afirmam que a relevância dessa atualização perpassa pela inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) em sala de aula. Especialmente, observando algumas necessidades docentes e estudantis de compreender criticamente: as tecnologias da atualidade; as mudanças de paradigmas das Ciências da Natureza; as implicações envolvendo questões inerentes às relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; e o objetivo da alfabetização científica e tecnológica, isto é, uma formação para o exercício pleno da cidadania (Silva, Arengi e Lino, 2013).

Dentre os tópicos de FMC apontados pela literatura, como fundamentais neste processo de atualização, estão os conteúdos da Cosmologia Moderna. Esta área disciplinar milenar apresenta grande potencial para a Educação Básica, pois pode promover uma compreensão crítica histórica e cultural da relação humana com a Terra e o Universo, em termos de suas origens e evoluções (Arthury e Peduzzi, 2015; Bagdonas, Zanetic e Gurgel, 2017; Batista e Peduzzi, 2022a; Ostermann e Moreira, 2000).

Adjacente a isso, observa-se também que o desenvolvimento histórico e conceitual da Cosmologia está repleto de controvérsias e superação de visões de mundo, que foram construídas e questionadas pela humanidade ao longo do tempo. Questionamentos esses, que, a cada dia, são impulsionados constantemente pelo desenvolvimento científico e tecnológico fomentado pela construção de estações e sondas espaciais, satélites e telescópios, como o Hubble e o James Webb, permitindo as

ciências explorarem os recantos mais distantes do Universo (Kragh, 1996; 2007).

Em razão disso, defende-se que os conteúdos da Cosmologia devem ser transformados didaticamente em saberes a ensinar, via adequada contextualização histórica, em vista de subsidiar não somente a melhoria do ensino e da aprendizagem de tópicos de FMC em sala de aula, mas também promover uma aproximação dos estudantes com as ciências, possibilitando despertar um maior interesse da juventude pelas carreiras científicas e tecnológicas (Arthury e Peduzzi, 2015; Bagdonas, Zanetic e Gurgel, 2017).

Contudo, é importante sinalizar que muitos problemas têm sido apontados como obstáculos para a inserção de conteúdos de FMC em aulas de Ciências/Física, a partir dos quais se destacam a escassez e a qualidade dos materiais didáticos para abordagem de tópicos de Cosmologia na Educação Básica (Bagdonas, 2015; Batista e Peduzzi, 2022a). Esses dois problemas incidem diretamente no mais importante instrumento do processo de ensino e aprendizagem: o livro didático (LD) de Física. Haja vista que sua função orienta tanto o planejamento de ensino quanto o desenvolvimento e a avaliação das atividades e dos conteúdos ministrados em sala de aula (Langhi e Nardi, 2007; Tenório et al., 2015; Nunes e Queirós, 2020; Silva Júnior e Londero, 2022; Souza e Azevedo Filho, 2021).

Ademais, com os subsídios do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), a grande quantidade de livros e os vultosos recursos financeiros investidos em compras e distribuições colocam os LD de Física e das demais áreas em um lugar de destaque, que tem despertado, há algum tempo, atenção e preocupação das pesquisas brasileiras (Nunes e Queirós, 2020; Schivani, Souza e Lira, 2020).

De acordo com o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), as aquisições de livros para o Ensino Médio totalizaram aproximadamente 879 milhões de reais aos cofres públicos no PNLD 2018. Os valores de aquisição continuam consideráveis no PNLD 2021, no exercício de 2021, para uso no ano letivo de 2022, aproximadamente 897 milhões de reais foram investidos em aquisições de LD para o Novo Ensino Médio - estabelecido pela Lei nº 13.415/2017, que reformulou esta etapa de ensino.

Em face desses investimentos, Nunes e Queirós (2020) apontam algumas progressões na qualidade dos LD, principalmente, correções de mitos históricos e de erros conceituais sinalizados por diferentes estudos (Amaral e Oliveira, 2011; Batista e Peduzzi, 2022a; Lago, Ortega e Mattos, 2019; Langhi e Nardi, 2007; Souza e Azevedo Filho, 2021). Mas, apesar de alguns avanços, esses autores ressaltam que qualquer material didático está sujeito a constantes erros e distorções.

Por exemplo, Souza e Azevedo Filho (2021) sinalizam para a ausência da abordagem de muitos conteúdos de Astronomia e de Cosmologia nos LD de Física aprovados pelo PNLD, triênio 2018 – 2021. Em relação à quantidade de conteúdos, esses autores observam que não existe consonância com as próprias diretrizes dos documentos oficiais. Isso porque, em algumas obras, analisadas a partir do eixo temático, "O Universo e Sua Origem", "cinco das doze coleções estudadas não trazem teorias que explicam o surgimento do

universo e desenvolvimento do cosmos” (Souza e Azevedo Filho, 2021, p. 76).

Em conformidade, para o eixo “Compreensão Humana do Universo”, “três exemplares não abordam as explicações sobre a origem do cosmos na perspectiva de diferentes povos e culturas”. Por sua vez, esse problema “compromete a aprendizagem de leis e teorias científicas específicas de Física e/ou o entendimento das causas e consequências de determinados fenômenos naturais” (Souza e Azevedo Filho, 2021, p. 77).

Corroborando com essa constatação, estudos sobre a Transposição Didática dos conteúdos de FMC nos LD do PNLD 2018 indicam que as suas abordagens podem propagar imagens equivocadas da Natureza da Ciência - *essa relação será aprofundada na próxima seção*. O que reforça a necessidade de maiores cuidados, em relação à vigilância epistemológica do processo de produção de livros e materiais didáticos de qualidade por seus autores (Batista et al., 2022; Silva Júnior e Londero, 2022; Tenório et al., 2015; Thiara et al., 2022).

Nessa perspectiva, Nunes e Queirós (2020, p. 296) observam que é extremamente relevante manter uma vigilância atenta aos seguintes questionamentos: “Será que os livros didáticos aprovados pelo MEC são de qualidade? Possuem erros conceituais? Disseminam uma visão ingênua e empirista-indutivista de ciência?”. Em uma análise da abordagem histórica do tópico teoria da relatividade especial, esses autores constataram que os LD continuam apresentando sérios problemas.

Além disso, outro aspecto agravante que reforça a pertinência dessas questões é que o novo PNLD 2021 aprovou os LD do Novo Ensino Médio para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), reorganizando os conteúdos das disciplinas de Física, Biologia e Química, sem considerar a historicidade dessas disciplinas no currículo escolar. Em outras palavras, neste programa, essas disciplinas deixaram de contar com livros próprios, pois infelizmente perderam suas identidades!

Em razão dessa problemática, este artigo orienta-se pela seguinte pergunta: que visões de Natureza da Ciência a Transposição Didática da Lei de Hubble nos livros didáticos do PNLD 2018 e 2021 revela? Tendo como objetivo evidenciar aspectos da Transposição Didática que possam estar atrelados à questão de visões distorcidas sobre a NdC, especialmente após essa descaracterização da identidade curricular das disciplinas imposta pelo PNLD 2021.

A Lei de Hubble, ou Lei de Hubble-Lemaître, é fruto de diversas investigações teóricas e observacionais ao longo das duas primeiras décadas do século XX. Ela aponta para uma relação aproximadamente linear entre o desvio espectral para o vermelho e as distâncias de nebulosas, conhecido como relação *redshift*-distância. A interpretação dessa relação possui algumas controvérsias históricas, como a possibilidade de ser oriunda da expansão do universo; a hipótese da luz cansada; e a manutenção da ideia de universo estático (Bagdonas, Zanetic e Gurgel, 2017; Soares, 2021).

É importante observar que, para essa análise, serão operacionalizados os conceitos de despessoalização, descontextualização e desincretização da teoria da Transposição Didática (TD) de Chevallard (1991), alinhados à análise de conteúdo de Bardin (1997), cujos aportes são amplamente justificados pela literatura do Ensino de Ciências. Para o foco deste artigo, uma contextualização histórica conceitual está sendo desenvolvida em outro trabalho, cujas referências serão utilizadas para fazer contrapontos durante a análise desse objeto de ensino.

Conceitos da transposição didática e as visões distorcidas sobre a natureza da ciência

Os saberes presentes em LD e materiais de divulgação científica possuem diferenças significativas, em relação ao saber de referência produzido pela comunidade científica. Em razão disso, o processo de configuração e adaptação desses saberes ao contexto do currículo escolar é chamado de Transposição Didática (TD). Esse termo foi inicialmente empregado pelo sociólogo francês Michel Verret, em sua tese de doutorado, "Le temps des études", publicada em 1975, e, posteriormente, foi ampliado por Yves Chevallard, didata francês da educação-matemática, tornando-se um importante aporte teórico-conceitual (Chevallard, 1991).

Nesse domínio disciplinar, a teoria da Transposição Didática surge como um aporte que instrumentaliza a análise do processo de transformação do saber sábio, isto é, o conhecimento científico de referência, em saber a ensinar (conhecimento escolar). Acerca disso, Chevallard (1991, p. 45 – tradução livre) aponta que: "um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino". Por essa função, a TD é um aporte teórico eficiente para analisar o processo através do qual os conhecimentos produzidos pela comunidade de cientistas (saber sábio) se transformam em conhecimentos dos programas curriculares e livros didáticos (saber a ensinar), incluindo aqueles que realmente chegam à sala de aula, os saberes ensinados (Alves Filho, 2000).

Nesse processo, o conhecimento pode ser classificado em três níveis distintos de saberes: o saber sábio, o saber a ensinar e o saber ensinado. No primeiro nível, o saber sábio, produzido pela comunidade científica, torna-se objeto de um processo de transposição didática externa, que o configura para o segundo nível de conhecimento, o saber a ensinar (Alves Filho, 2000). Esse novo saber a ensinar torna-se objeto de ensino dos currículos escolares e de livros didáticos, como fruto resultante da transformação do saber sábio.

Todavia, para atingir esse novo status epistemológico, esse saber é submetido ao processo de TD, que chamaremos de "três-D", isto é, de descontextualização, despessoalização e desincretização, sendo reorganizado de maneira lógica e a-histórica. Por fim, o saber ensinado é o conhecimento que realmente chega ao estudante, em sala de aula, como objeto da prática de ensino, a partir de uma transformação denominada transposição didática interna.

Consequentemente, a materialização desses três níveis de conhecimento, saber sábio, saber a ensinar e saber ensinado, perpassa pela ação efetiva de diferentes grupos sociais, que respondem pela existência de cada um deles, em uma instância denominada Noosfera. A Noosfera é composta por pesquisadores, educadores, políticos, pais de estudantes, autores de livros e materiais didáticos, cujas ações e influências vão incidir sobre que saberes a ensinar, de fato, serão contemplados pelos programas e currículos escolares (Chevallard, 1991). Por essa razão, esses diferentes grupos, com interesses comuns ligados ao saber sábio e ao saber a ensinar, medem forças políticas, sociais e econômicas, influenciando-se mutuamente nesse processo (Alves Filho, 2000).

Nesse contexto, a teoria da TD reconhece a existência de cinco características processuais importantes a que o saber sábio é submetido. Consequentemente, esses cinco processos são responsáveis por tornar esse saber escolarizável, textualizando-o para a realidade do sistema didático (relação professor(a)-saber-estudante), mediante interesses e disputas de diferentes grupos e agentes que compõem a Noosfera. Essas características, apontadas por Chevallard (1991), são destacadas a seguir: a) Desincretização do saber, cuja divisão da prática teórica em campos delimitados do saber dão lugar às práticas de aprendizagens especializadas; b) Despersonalização do saber, onde ocorre a separação do saber da pessoa, no âmbito das práticas científicas; c) Programabilidade da aquisição do saber, isto é, a programação das aprendizagens e do controle delas, segundo sequências racionais que permitam uma aquisição progressiva de conhecimentos e competências; d) Publicidade do saber, onde ocorre uma definição explícita, em termos de compreensão e extensão, do saber comunicado; e) Controle social das aprendizagens, onde se controla e regula as aprendizagens, segundo procedimentos de avaliação e/ou verificação que autorizam a certificação do conhecimento.

Nessa textualização, a desincretização está ligada à delimitação dos saberes em tópicos de ensino específicos. Já a despersonalização refere-se a não personalização deste conhecimento, em termos contextuais de produção, comunicação e validação, visando um caráter mais geral deste saber, isto é, descontextualizá-lo do seu lugar histórico-cultural. Por conseguinte, a "programabilidade do saber é uma condição de inserir um texto dentro de um molde pré-estabelecido" (Carvalho, 2017, p. 40). Já a publicidade define explicitamente o que deve ser ensinado. A partir desses aspectos, é possível pensar e operar o controle social da aprendizagem, especialmente por meio de diversas práticas e instrumentos de avaliação de pequena e larga escala.

Essas características apontadas por Chevallard (1991) são inerentes ao processo de TD do conhecimento, que, devido à sua textualização para a cultura escolar, sofre perdas significativas de aspectos epistemológicos ligados ao seu processo de construção pelas ciências. Isso se torna mais evidente, quando o próprio Chevallard (1991, p. 18 – tradução livre) afirma que, "o saber produzido pela Transposição Didática será, portanto, um saber exilado de suas origens e separado de sua produção histórica na esfera do saber sábio, [...] como algo que não é de nenhum tempo nem de nenhum lugar".

Refletindo sobre essa perda epistemológica, Ricardo (2020) afirma que esse exílio, da origem histórica para a recontextualização discursiva do saber a ensinar, promove uma desarticulação da rede de problemáticas e problemas que conferem um sentido completo ao saber sábio. Nesse sentido, o novo encadeamento de conteúdos de ensino promovidos pela programabilidade, pode levar a inversões ou reorganizações cronológicas que omitem o rico e dinâmico desenvolvimento das ciências e da construção do conhecimento científico.

Nesse contexto, o exercício da vigilância epistemológica se faz necessário a partir de uma atitude de "tomar distância, interrogar as evidências, pôr em questão as ideias simples, desprender-se da familiaridade enganosa de seu objeto de estudo" (Chevallard, 1991, p. 16 – tradução livre). Posto que, embora as perdas sejam inevitáveis na didatização do saber, Ricardo (2020) destaca que é importante estar sempre atento à vigilância epistemológica para evitar que distorções ocorram durante a transposição do conhecimento, como a separação entre diferentes campos de saberes, o que pode levar à degradação do conhecimento original e resultar em um ensino reduzido e desconectado da sua origem, cujas distorções podem criar obstáculos para o processo de aprendizagem.

No processo de textualização do saber sábio, além da vigilância epistemológica, existe uma notável tendência ao controle dos currículos e manipulação dos saberes pelos diversos grupos e interesses que compõem a Noosfera. Em razão disso, muitos pesquisadores do Ensino de Ciências destacam alguns pontos que ilustram essa tendência, por meio da elaboração da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Este documento demonstra uma clara inclinação para a racionalidade utilitarista, resultando na subordinação da educação aos interesses produtivos do mercado de trabalho técnico, refletindo os anseios de reformadores empresariais dentro da Noosfera. Este é um reflexo, por exemplo, de rupturas com a opinião pública e de pesquisadores no processo de elaboração curricular (Martins, 2018; Ostermann e Rezende, 2021).

Esse controle, além de dar ênfase em alguns temas e assuntos, em termos de interesses de certos grupos, influencia no grau relativo ao processo de três-D do saber a ensinar, que, além de favorecer a distorção do saber de referência fortalece a visão positivista lógica que impera sobre as concepções do currículo escolar e de seus objetivos educacionais, estabelecidos em termos de competências comportamentalistas (Moreira, 2018; 2021).

Como resultado, em detrimento dos saberes metacientíficos, filosóficos, históricos e sociais, o saber a ensinar é apresentado como produto pronto e acabado, atendendo aos interesses de determinados grupos da Noosfera. Estes fatores também foram evidenciados na construção da BNCC, refletindo, por exemplo, em um amplo reducionismo conceitual e superficialidade dos saberes e a minimização da contextualização social, cultural e histórica das Ciências da Natureza (Martins, 2018; Ostermann e Rezende, 2021).

Como perdas epistemológicas, é possível observar a omissão de muitos aspectos histórico-culturais contextuais inerentes ao empreendimento

coletivo e individual de membros da comunidade científica; diversas contribuições de homens e mulheres cientistas, ao longo do tempo, que justificam o aprofundamento de investigações atuais; diferentes perguntas das ciências e visões de mundo que instrumentalizam a construção intelectual de conceitos, leis, modelos, teorias, princípios e valores epistêmicos; incluindo as controvérsias e influências internas e externas implicadas na prática investigativa, que impactam direta e indiretamente na própria produção do conhecimento (Batista, 2020; Batista e Peduzzi, 2022a, 2022b; Peduzzi e Raicik, 2020).

Nesse processo de textualização do saber sábio em saber a ensinar, “que não é de nenhum tempo nem de nenhum lugar”, acredita-se que os três-D fortalecem a construção de uma visão docente e estudantil ingênua sobre o desenvolvimento das ciências, como um todo. E, acima de tudo, quando esse processo três-D é efetivamente atendido na abordagem de conteúdos de FMC nos livros didáticos de Física, aprovados pelo PNLD 2018 e nos livros de CNT pelo PNLD 2021, é possível evidenciar uma estreita relação entre esses conceitos e as visões distorcidas sobre a NdC, o trabalho e o conhecimento científico, sinalizadas por Gil-Pérez et al. (2001, p. 129-134).

Por exemplo: a) a visão empírico-indutivista e a-teórica, que concebe o conhecimento científico como fruto direto da observação e da experimentação, desconsiderando a importância das influências e hipóteses teóricas que instrumentalizam o pensamento das e dos cientistas; b) a visão rígida e algorítmica, crença na ideia de que o conhecimento científico é construído a partir um "método científico" rígido, preciso e universal, ignorando a importância da criatividade científica, a intuição matemática, o papel da tentativa, da dúvida e do erro para a prática científica; c) a visão aproblemática e a-histórica, na qual a construção do conhecimento científico não está vinculada aos problemas e contextos histórico-culturais que lhes outorgam importância e valores epistêmicos; d) a visão exclusivamente analítica, na qual o conhecimento científico é dividido em subáreas distintas, muitas vezes, desconsiderando a importância da interdisciplinaridade dos conhecimentos; e) a visão linear e cumulativa do crescimento científico, através da qual o desenvolvimento científico é visto como um simples resultado do acúmulo de conhecimento, onde as investigações científicas complementam e/ou somam-se as anteriores, desconsiderando as mudanças evolucionárias e revolucionárias dos paradigmas, programas e/ou tradições de pesquisa, incluindo as grandes mudanças de visões de mundo significativas das ciências, que impulsionam a evolução do pensamento e da compreensão científica sobre a natureza e o universo; f) a visão individualista e elitista, mediante a qual a construção do conhecimento científico é atribuída à prática científica de pessoas isoladas da comunidade científica, que ganham o status de gênios, de pais da ciência, dentre outras homenagens esdrúxulas, desprestigiando o caráter coletivo das ciências e a dedicação da vida inteira de homens e mulheres comuns para como a atividade científica; e g) a visão socialmente neutra, na qual se concebe a atividade científica como isolada de questões e implicações relativas a fatores ambientais, econômicos, geográficos, político-sociais, tecnológicos, éticos, morais, incluindo questões de gênero e influências religiosas.

Com base nos pressupostos da TD e sua relação com as visões distorcidas sobre a NdC, do trabalho e do conhecimento científico, a seguir, são apresentados os aspectos metodológicos e as fontes de dados relativas aos LD de Física aprovados pelo PNLD 2018 e os de CNT aprovados pelo PNLD 2021.

Aspectos metodológicos para a análise e discussão dos dados

A nossa investigação foi baseada na análise das coleções aprovadas pelo PNLD para as Escolas Públicas brasileiras, nos triênios 2018-2020 e 2021-2023, na perspectiva da abordagem qualitativa, fundamentando-se em algumas características apontadas por Bogdan e Biklen (1994), sendo elas: a investigação de natureza descritiva, a ênfase nos processos e a construção de forma indutiva dos dados e abstrações concluídos.

Para tanto, utilizamos a técnica da análise de conteúdo de Bardin (1977), que ampara a análise dos livros, mediante operacionalização dos seguintes procedimentos: leituras flutuantes do material; constituição do corpus e elaboração de indicadores, a partir de recortes de textos da pré-análise; estudo do *corpus* estabelecido na exploração do material; e o tratamento dos resultados.

Código	Livro	Editora	Volumes
Col.1/18	Física	FTD	3
Col.2/18	Física aula por aula	FTD	3
Col.3/18	Ser Protagonista - Física	SM	3
Col.4/18	Conexões com a Física	Moderna	3
Col.5/18	Física para o Ensino Médio	Saraiva	3
Col.6/18	Física	Saraiva	3
Col.7/18	Física - Ciência e Tecnologia	Moderna	3
Col.8/18	Física: Contexto & Aplicações	Scipione	3
Col.9/18	Física em Contextos	Editora do Brasil	3
Col.10/18	Física: Interação e Tecnologia	Leya	3
Col.11/18	Compreendendo a Física	Ática	3
Col.12/18	Física	Ática	3

Tabela 1 - Livros didáticos de Física aprovados pelo PNLD 2018.

Seguindo esse procedimento, a análise foi realizada em doze (12) coleções de Física aprovadas pelo PNLD 2018, cada uma com três (3) volumes, e nas sete (7) coleções de Ciências da Natureza aprovadas pelo PNLD 2021, com seis (6) volumes cada uma, constituindo-se um total de setenta e oito (78) LD.

Realizamos a leitura flutuante, identificando quais volumes de cada coleção apresentavam o tópico específico da Lei de Hubble. Isso permitiu a constituição do *corpus* da pesquisa. Em seguida, realizamos a leitura cuidadosa do conteúdo sobre a Lei de Hubble de cada livro, destacando os trechos de textos indicadores, que pudessem ser iluminados com as categorias analíticas conceituais da TD, a descontextualização, a desincretização e a despersonalização.

Para subsidiar essa análise, lançamos mão de referências primárias e secundárias sobre a história da Cosmologia Moderna, citadas em momentos oportunos da análise e discussão dos dados. Além disso, mais uma vez, é importante sinalizar que, por fugir do foco deste trabalho, a contextualização histórica sobre a origem e o desenvolvimento conceitual da Lei de Hubble está sendo desenvolvida no âmbito de uma investigação mais ampla.

Realizado esse destaque importante, para efeito de análise, as doze coleções do PNLD 2018 foram denominadas pelas nomenclaturas, Col.1/18, Col.2/18, [...]Col.12/18, obedecendo a ordem decrescente de distribuição de exemplares. Ou seja, Col.1/18 é a que teve o maior número de exemplares distribuídos e Col.12/18 o menor, como apresentado na Tabela 1.

Da mesma forma, as seis coleções do PNLD 2021 obedecem às nomenclaturas CNT 1, CNT 2, [...] CNT 7. Como já observado, o novo PNLD 2021 aprovou livros didáticos para o Novo Ensino Médio para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), submetendo-os a uma reorganização de conteúdos, sem uma ordem específica em relação às disciplinas de Física, Biologia e Química. Isso implica dizer que, para o PNLD 2021, não existe mais um livro específico para a disciplina de Física. Além desse prejuízo histórico incidente sobre a identidade curricular dessas disciplinas, o edital desse referido programa estabeleceu que as coleções didáticas devem possuir seis volumes, com cada volume contendo unidades temáticas com, no máximo, uma média de cento e sessenta páginas. A Tabela 2 apresenta as referidas coleções.

Código	Livro	Editora	Volumes
CNT 1	Ciências da Natureza – Lopes & Rosso	Moderna	6
CNT 2	Conexões – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Moderna	6
CNT 3	Diálogo – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Moderna	6
CNT 4	Matéria, Energia e Vida: Uma Abordagem Interdisciplinar	Scipione	6
CNT 5	Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Moderna	6
CNT 6	Multiversos – Ciências da Natureza	FTD	6
CNT 7	Ser Protagonista Ciências da Natureza e suas Tecnologias	SM	6

Tabela 2 - Livros de Ciências da Natureza aprovados pelo PNLD 2021.

Por fim, realizamos as análises dos conteúdos das coleções selecionadas para lançar luz sobre como a abordagem da Lei de Hubble, apresentada nos LD, está implicada pelo processo de despersonalização, descontextualização, desincretização desse saber, e fortalece visões distorcidas sobre a NdC, do trabalho e do conhecimento científico, sinalizadas na seção anterior. Organizamos na Figura 1, as categorias de análise da TD e as imagens distorcidas da NdC.

Na Figura 1, as categorias da TD estão localizadas na parte superior, e as imagens distorcidas encontram-se na parte inferior, identificadas pelas letras (a, b, c, d, e, f e g).

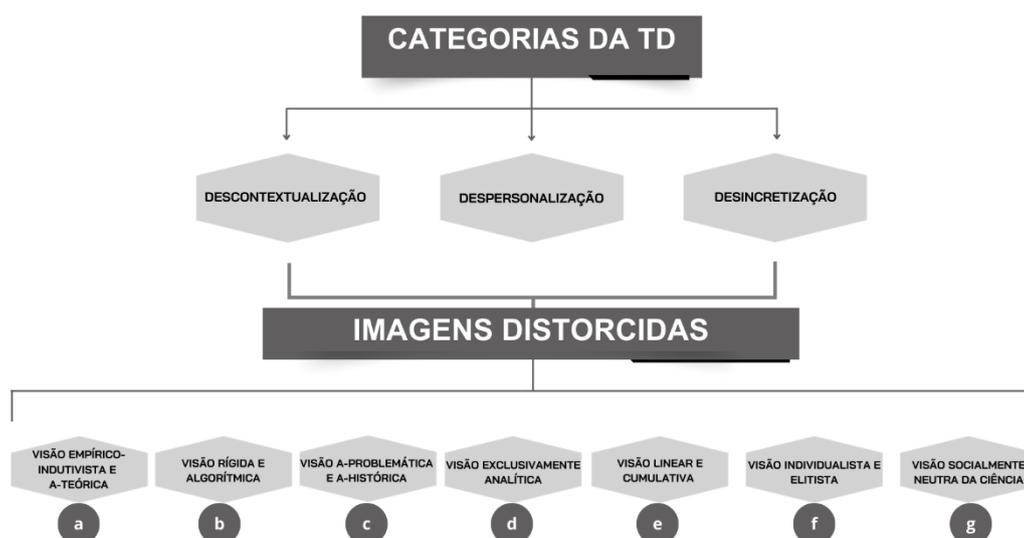


Figura 1 - Ilustração das categorias da TD e as imagens distorcidas da NdC.

Análise e discussão dos dados

Para demonstrar como os processos dos três-D sofridos pelo saber a ensinar da Lei de Hubble possuem estreita relação com algumas visões distorcidas sobre a NdC, especialmente as distorções c e f discutidas anteriormente, procurou-se observar se as doze (12) coleções do PNLD 2018 abordam esse saber (Tabela 1). Com isso, foi possível constatar que apenas a metade delas o contempla. Tais coleções são: Col.3/18, Col.6/18, Col.7/18, Col.8/18, Col.9/18 e Col.12/18. Além disso, inferiu-se também que, dentre as três coleções (Col.1/18, Col.2/18 e Col.3/18) com maior número de LD de Física distribuídos pelo PNLD 2018, apenas uma delas aborda o saber Lei de Hubble (Col.3/18).

Essas duas constatações iniciais apontam para o mesmo problema já sinalizado por Souza e Azevedo Filho (2021) acerca da ausência de muitos conteúdos de Astronomia e de Cosmologia nos LD de Física aprovados pelo PNLD 2018. Por sua vez, a não abordagem da Lei de Hubble em metade das doze coleções implica na privação e impossibilidade de professores e estudantes terem a oportunidade didática de discutir “a Compreensão Humana do Universo” em sala de aula, a partir de aspectos relativos ao

desenvolvimento histórico de leis, princípios e teorias científicas sobre o surgimento do universo e o desenvolvimento do cosmos (Souza e Azevedo Filho, 2021).

Por conseguinte, ao analisar as coleções Col.3/18, Col.6/18, Col.7/18, Col.8/18, Col.9/18 e Col.12/18, percebe-se que, em todas elas, a textualização da Lei de Hubble (didatização do saber) é apresentada em aproximadamente uma página e predominantemente no volume 3, fatores que, aliados às poucas aulas semanais, dificultam a inserção da FMC no ensino básico (Fontes e Rodrigues, 2020). Consequentemente, essa limitação de conteúdo tem implicação direta nos problemas associados às visões distorcidas da NdC, decorrentes do processo dos três-D.

Por exemplo, as coleções Col.6/18, Col.7/18 e Col.8/18 - metade das que abordam o tópico - não discutem nenhum contexto histórico, filosófico ou conceitual relativo ao desenvolvimento da Lei de Hubble, demonstrando que o processo de descontextualização foi literalmente atendido. Por essa razão, sem uma apropriada contextualização histórico-cultural e/ou histórico-filosófica, a abordagem didática desse saber a ensinar transmite aos docentes e estudantes uma "visão de ciência a-problemática e a-histórica", a partir da qual o processo de construção do conhecimento científico não tem relação com os problemas das ciências em seus contextos históricos, nem com os valores epistêmicos que lhes outorgam credibilidade científica (Kuhn, 2011).

Da mesma maneira, para o processo de despersonalização, em maior ou menor grau de inferência, todas as seis coleções não discutem aspectos relevantes de trabalhos desenvolvidos por alguns cientistas importantes (e.g. Slipher, Einstein, De Sitter, dentre outros) que tentaram determinar a natureza das estrelas, nebulosas e aglomerados de galáxias; bem como discutir questões da comunidade científica sobre a imutabilidade cósmica; impactos das teorias da relatividade especial e geral sobre o conhecimento da estrutura do universo. Todos esses aspectos são pontuados por Arthury e Peduzzi (2015), Bagdonas, Zanetic e Gurgel (2017) e Kragh (1996, 2007).

Em conformidade, para o processo desincretização, isto é, uma desconexão do contexto histórico-científico, observa-se a ausência de perguntas das ciências relativas à existência de problemas empíricos e problemas conceituais, que fomentaram a origem deste conhecimento (Laudan, 2011). Portanto, nessas coleções, a textualização da Lei de Hubble é fruto de uma ciência e de um trabalho científico, respectivamente, "a-problemática e a-histórica e contextualmente neutro".

Retomando a afirmação de Chevallard (1991, p. 18), o saber da Lei de Hubble, produzido por essa TD, torna-se, nessas coleções, "um saber exilado de suas origens e separado de sua produção histórica na esfera do saber sábio, [...] como algo que não é de nenhum tempo nem de nenhum lugar". Isto é, um conhecimento didático destituído de valor epistemológico, cuja principal consequência negativa é a falta de seu significado crítico para docentes e estudantes.

Esse problema resulta, muitas vezes, em uma aprendizagem acrítica do conhecimento científico, pautada na memorização e aplicação de fórmulas

em exercícios a lápis e papel, que fortalecem exclusivamente a cultura da testagem, provas, exames, avaliações (nacionais e estrangeiras) e vestibulares, que determinam toda a vida escolar dos estudantes, sem nenhum tipo de questionamento de sua validade para a vida e o exercício pleno da cidadania (Moreira, 2017, 2018, 2021).

Neste contexto, no que diz respeito ao processo de despersonalização, evidencia-se que todas as coleções ocultam colaboradores na construção desse conhecimento, atribuindo os créditos apenas a Edwin Hubble, especialmente nas coleções Col.3/18, Col.6/18, Col.7/18 e Col.8/18. Esse problema pode ser ilustrado pela Col.6/18.

“Usando a equação do efeito Doppler para a luz (dedutível na Teoria da Relatividade Restrita, *sic*), Hubble mediu os valores ‘v’ das velocidades relativas de afastamento entre diversas galáxias e a Terra. Tomando como base o brilho dessas galáxias, estimou a distância ‘d’ entre elas e nosso planeta [...] analisando os resultados experimentais, verificou que v e d são proporcionais [...]” (Doca, Biscuola, Villas Boas, 2016, p. 263).

Trechos como este exemplificam algumas inconsistências encontradas na abordagem desse episódio histórico. Além da falta de contexto histórico-cultural, essa descoberta científica é atribuída apenas ao trabalho de Edwin Hubble, invisibilizando os demais investigadores, por exemplo, os astrônomos Vesto Slipher, Willem De Sitter, Carl Wirtz, Gustav Strömberg, Ludwik Silberstein, Milton Humason e Georges Lemaître (Kragh, 1996; Bagdonas; Zanetic; Gurgel, 2017). À guisa de curiosidade, o próprio Hubble utilizou alguns dados observacionais de Slipher em sua pesquisa (Kragh, 1996).

Essas inconsistências destituem epistemologicamente o saber da Lei de Hubble de todo o processo científico até a consolidação desse conhecimento científico – saber a ensinar –, potencializando a propagação de uma “imagem de ciência construída por gênios isolados” de seu contexto social e da comunidade científica que desenvolve as atividades de pesquisa em um empreendimento dinâmico e coletivo.

Não obstante a esse problema, algumas coleções (Col.9/18 e Col.12/18) não atribuem todos os créditos a Hubble. Por exemplo, a Col.9/18 apresenta as contribuições de Slipher e indica Humason, que esteve ao lado de Hubble nos estudos que levaram à sua lei científica de expansão do universo (Kragh, 1996). Esse contraponto positivo pode ser observado, a seguir:

“Em 1912, o astrônomo estadunidense Vesto Melvin Slipher observou que as linhas de absorção [...] encontravam-se deslocadas em direção à região do vermelho quando comparada com uma fonte em repouso [...] posteriormente, em 1929, foi a vez do astrônomo estadunidense Edwin Hubble observar e analisar o espectro de algumas dezenas de galáxias, com a colaboração do também astrônomo Milton la Salle Humason. Hubble concluiu que quanto mais distantes esses astros estão, maiores suas velocidades de afastamento [...] Cerca de um século depois das observações de Fraunhofer, os

espectros de absorção das estrelas serviram para comprovar a expansão do universo” (Pietrocola et al., 2016, p. 167).

Além de Hubble, a Col.12/18 cita indiretamente outros colaboradores, da seguinte maneira: “Tendo em mãos medidas efetuadas por outros cientistas, que mostravam galáxias remotas afastando-se da Terra, Hubble estabeleceu, em 1929, uma relação simples entre as distâncias dessas galáxias à Terra e suas respectivas velocidades de afastamento” (Guimarães; Piqueira; Carron, 2016, p. 265).

Embora essas coleções abordem as contribuições de outros cientistas, nomes relevantes, como os citados anteriormente, foram invisibilizados. Esse aspecto do processo de despersonalização “seletiva” reforça uma visão distorcida do trabalho científico, destacando a atividade de somente um ou dois cientistas, de forma isolada. Esse problema de TD aponta para uma “visão elitista da ciência”, na qual se omite o caráter coletivo da construção científica da Lei de Hubble. Este fato corrobora com os estudos desenvolvidos por Nunes e Queirós (2020) sobre o PNLD 2018 e a relação de Einstein com a teoria da relatividade, evidenciando que o aspecto da despersonalização também é marcante em outros conteúdos da FMC.

A descontextualização também se apresenta de forma bem evidente nessas coleções, indicando que esse processo de textualização, positivista lógico, implica em um exílio da origem histórica do saber a ensinar. Todas as obras do PNLD 2018 se encaixam nessa perspectiva, em maior ou menor grau de inferência.

Por exemplo, as coleções Col.3/18, Col.9/18 e Col.12/18, em certa medida, apresentam aspectos relacionados às contribuições de alguns trabalhos importantes, como os estudos de Slipher sobre as nebulosas, no início do século XX, e as ideias Einstein sobre o universo. Contudo, não abordam os estudos cosmológicos de De Sitter, tão importante quanto os dos nomes citados.

Por conseguinte, a ausência dos estudos de De Sitter, nessas coleções, incorre no problema de desincretização do saber a ensinar, pois não abordam a relação entre velocidade-distância das nebulosas encontrada por esse astrônomo. Esse achado científico tornou-se o principal elemento motivador da comunidade, em detrimento, por exemplo, das ideias de Einstein (Kragh, 1996). Esse problema pode ser observado na Col.3/18.

“As equações da teoria da relatividade geral de Einstein resultam em um modelo de Universo não estático, mas que se expande ou se contrai. Desde os mais antigos modelos cosmológicos, acreditava-se que o Universo fosse estático [...], em 1929, Edwin Hubble (1889-1953) calculou a distância entre a Terra e várias galáxias longínquas [...] Além de calcular a distância, Hubble mediu a velocidade dessas galáxias e concluiu que elas estavam se afastando da Terra” (Fukui et al., 2016, p. 259).

Nesse trecho, apesar de discutir a descoberta da Lei de Hubble em um contexto no qual a comunidade científica acreditava que o universo era estático, e não expansionista: “a estrutura da tradição estava essencialmente confinada a modelos de mundo estáticos” (Kragh, 1996, p.

13), questões levantadas pelo modelo de universo de De Sitter e as buscas de diversos cientistas pela relação *redshift*-distância não são evidenciadas. Portanto, essa ausência pode implicar no problema associado às “visões a-problemática e a-histórica da ciência”, pois não se discute os problemas que lhe deram origem, isto é, as dificuldades teóricas e empíricas implicadas no processo de sua construção intelectual pela ciência.

Na história da Cosmologia Moderna, tais problemáticas estão relacionadas à busca pela natureza das estrelas/nebulosas (A) e os modelos cosmológicos de Einstein e de De Sitter, especialmente o efeito De Sitter (B), pois estes justificam a investigação da relação *redshift*-distância das nebulosas (Kragh, 1996; Bagdonas, Zanetic e Gurgel, 2017). Além das problemáticas que deram origem às investigações que culminaram nesta relação, o processo de desenvolvimento científico, enquanto atividade coletiva, apresenta ideias concorrentes sobre um mesmo objeto de estudo (Laudan, 2011), muitas vezes controversas! Também ligadas à desincretização do saber, estão as interpretações alternativas para a Lei de Hubble, como a hipótese da ‘luz cansada’, a própria cautela do Hubble quanto à interpretação de universo em expansão e as ideias alternativas ao que foi ‘estabelecido’ nos anos seguintes na Cosmologia (Soares, 2011; Narlikar, 2018; Bagdonas, 2020).

Com efeito, sua ausência corrobora com as considerações feitas pelas autoras Bojarski, Devegili e Lawall (2023) sobre a abordagem da Lei de Hubble. Elas enfatizam que o aspecto introdutório deste conteúdo nos livros do PNLD 2018, relativo ao seu desenvolvimento histórico-científico, não promove discussões críticas que resultem em uma melhor compreensão do docente e do estudante sobre a Natureza da Ciência.

Acerca disso, é possível constatar que nas coleções Col.6/18, Col.7/18, Col.8/18 e Col.12/18, não há discussão das questões (A e B), em matéria de conteúdo. Portanto, os livros apresentam a Lei de Hubble de forma desincretizada. Vale destacar, com isso, que a ideia de desincretização é parte resultante dos outros dois processos (descontextualização e despersonalização), uma vez que esse conhecimento é apresentado como um produto pronto e acabado, apartado de suas origens históricas. Neste processo, o saber perde suas ligações com o ambiente epistemológico no qual foi construído, o contexto, as e os cientistas, as formas de investigar o saber etc. Em razão disso, acreditamos que a desincretização retira do saber a ensinar sua dimensão axiológica, isto é, os valores, as visões de mundo e os objetivos envolvidos na construção do conhecimento! Essa dimensão tem íntima relação com o contexto histórico investigativo (Cordeiro, 2016).

Consequentemente, esse problema também pode resultar na propagação de um obstáculo epistemológico sobre questões de gênero, como investigado por Hendges e Santos (2022), alinhado à concepção de ciência como um empreendimento “individual e elitista”, masculinizando a atividade científica. Isso ocorre devido à invisibilidade não apenas das problemáticas e contribuições de De Sitter, mas também dos estudos da astrônoma Henrietta Swan Leavitt (1868 – 1921), responsável pelo desenvolvimento do importante método das cefeidas (Kragh, 1996). Em outras palavras,

esse problema desprestigia o caráter coletivo das ciências e a dedicação da vida inteira de homens e mulheres comuns com a atividade científica.

Por fim, antes de seguir para as coleções do PNLD 2021, é importante destacar que as coleções do PNLD 2018, apesar de demonstrarem uma estreita relação entre os conceitos da TD (três-D) e as visões distorcidas da NdC, do conhecimento e do trabalho científico, especificamente os aspectos c e f, evitam as demais visões distorcidas já apresentadas (a, b, d, e, g).

No PNLD 2021, percebe-se a tentativa de inserir tópicos atuais de Cosmologia ao longo dos volumes dos LD, em contraste com as obras do PNLD 2018, que os incluíram apenas no último volume. Isso pode ser um indicativo de que as orientações da BNCC (Brasil, 2018) e do edital de inscrição e avaliação de obras didáticas "03/2019", em relação aos eixos temáticos "Terra e evolução do Universo" foram atendidas. Esse ponto positivo pode criar condições para que questões sobre as compreensões humanas relativas à origem e a evolução do Universo possam estar presentes nas aulas de Física da Educação Básica.

Contudo, Pedreira e Souza (2023) apontam que ainda é necessário um maior espaço para a participação de docentes na formulação de políticas e decisões sobre quais conhecimentos deverão ou não estarem presentes nas escolas. Além disso, esses autores apontam para a percepção de professoras/es quanto ao esvaziamento e superficialidade na abordagem dos conhecimentos nos livros do PNLD 2021. No entanto, na área da Física, dentre outros fatores, a presença de tópicos de FMC e a inserção da história das ciências também são considerados na escolha dos LD (Alves e Magalhães Júnior, 2020).

Vale lembrar, também, que assegurar o tratamento de temas relativos à origem e evolução da vida e do Universo é uma premissa obrigatória dos critérios de aprovação ou não da seleção do LD pelo próprio PNLD. Isso porque, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o texto complementar para o Ensino Médio (PCN+) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), todos os documentos curriculares oficiais da educação brasileira têm como eixos temáticos estruturantes: a Terra e Universo, a Vida e Ambiente, o Ser Humano e Saúde, Tecnologia e Sociedade (Brasil, 2002, 2006, 2018). Com isso, percebe-se uma diferença significativa na quantidade de livros que abordam tópicos da Cosmologia Moderna no PNLD 2018 (menos) comparado com o PNLD 2021 (Souza e Azevedo Filho, 2021).

No entanto, como ponto negativo, houve uma forte limitação de conteúdo da Física, no sentido de extensão textual - em número de páginas -, e uma considerável perda de identidade da disciplina de Física, pois esta passou a disputar espaço, em um mesmo livro, com as disciplinas de Biologia e de Química. Esta ideia é corroborada por Bastos, Gonçalves e Cabral Neto (2022), que constataram que os LD de CNT do PNLD 2021 tiveram uma redução de quase 55% no número de páginas em comparação com os livros de Física, Química e Biologia do PNLD 2018. Além disso, os autores evidenciaram, por meio da Física de Partículas Elementares, a tendência do PNLD 2021 em apresentar os conteúdos de Física em unidades temáticas e interdisciplinares, em detrimento de componentes curriculares específicos.

Acerca da Lei de Hubble, é possível inferir que este saber está presente em 6 das 7 coleções aprovadas no PNLD 2021, exceto na CNT 6. Entretanto, na maioria das coleções, percebe-se que os mesmos problemas com a TD encontrados no PNLD 2018 se mantêm. Por essa razão, no PNLD 2021, é possível inferir que esse saber continua abordado de forma a desconsiderar diversos aspectos inerentes à sua origem histórica-epistemológica.

Outra inferência importante é o fato de que as coleções do PNLD 2021 possuem os mesmos problemas relativos às visões distorcidas da NdC, do conhecimento e do trabalho científico, encontrados no PNLD 2018, especialmente, (f) individualista e elitista, sendo o mais marcante a (a) visão empírico-indutivista.

Esse último problema – visão distorcida (a) – pode ser observado em passagens de textos em que a abordagem da Lei de Hubble considera o “conhecimento científico como fruto direto da observação e da experimentação”, negando a importância dos pressupostos teóricos, hipóteses e conjecturas que influenciam o pensamento científico.

Como já observado, as visões distorcidas (a) e (f) estão intrinsecamente relacionadas com os processos da textualização do saber, os três-D. Portanto, para as coleções do PNLD 2021 constata-se que vários aspectos relativos à NdC são ignorados. Por exemplo, o caráter teórico da construção da Lei de Hubble associado ao estudo que resultou no efeito De Sitter.

No modelo de universo de De Sitter, se uma partícula fosse introduzida a uma distância “ r ” da origem de um sistema de coordenadas, ela pareceria se afastar do observador. Isso significa que “as linhas espectrais de estrelas ou nebulosas muito distantes devem, portanto, ser sistematicamente deslocadas para o vermelho, dando origem a uma falsa velocidade radial positiva” (De Sitter, apud Kragh, 1996, p. 11).

Acerca do problema relativo à visão (a), na CNT 2, encontra-se a seguinte ideia:

“Em meados da década de 1920, o astrônomo Edwin Hubble observava e registrava em filmes fotográficos a luz emitida por diversas galáxias, quando percebeu que as mais distantes apresentavam um desvio para o vermelho [...] concluiu, portanto, que as galáxias estão se afastando umas das outras [...]” (Thompson et al., 2020, p. 102).

Por sua vez, esse excerto de texto pode induzir uma compreensão do docente e do estudante de que a Lei de Hubble é fruto direto da observação astronômica, sem considerar os pressupostos teóricos do efeito De Sitter, que instrumentalizou no registro e análise dos dados observacionais.

Adjacente a isso, nas CNT 2, CNT 3, CNT 4 e CNT 7, é possível observar também uma forte tendência de atribuir a elaboração intelectual da Lei de Hubble ao protagonismo exclusivo do próprio Hubble, desconsiderando as contribuições dos demais cientistas citados anteriormente, reforçando os problemas da visão (f). Esse problema é ilustrado na CNT 4:

“A partir de 1921, o astrônomo Edwin Hubble realizou uma série de medidas da velocidade de galáxias próximas à Via Láctea. Inicialmente, ele observou que todas as galáxias estavam se afastando umas das outras. Quando ele representou em um gráfico a velocidade das galáxias em função da distância delas em relação à Terra, verificou que, quanto mais afastada a galáxia, maior é a velocidade com a qual ela se distancia da nossa. Essa foi a primeira observação experimental de que o Universo está em expansão”. (Mortimer et al., 2020, p. 85)

Esse trecho indica que os nomes de outros astrônomos e cosmólogos foram omitidos. Assim como, também, os aspectos relativos às: ampliação e reinterpretação do programa de pesquisa de Slipher; discussões teóricas dos modelos de Einstein e De Sitter; buscas por uma relação entre velocidade-distância para corpos celestes; e utilização dos dados de Slipher e Humason (Kragh, 1996, p. 14-17). Por isso, implicitamente, a coleção transmite uma ideia de ciência como um empreendimento individual, onde o cientista se baseia fortemente em suas próprias observações e registros, sem dialogar intelectualmente com toda a comunidade científica.

As coleções CNT 1 e CNT 5 também apresentam Hubble como o autor intelectual da lei da expansão do universo. Contudo, ainda que de modo simbólico, não o tratam como único cientista envolvido neste episódio da história das ciências. Isso porque elas incluem na discussão o trabalho de Vesto Slipher (1875 - 1969) e o de Lemaître (1894 - 1966). No entanto, isso não evita a recorrência do problema da visão (f) associada ao processo de despersonalização seletiva. Esse aspecto pode ser observado na CNT 1.

“Ainda na década de 1920, o padre e astrônomo belga Georges Lemaître (1894-1966) explicou que os desvios para o vermelho aconteciam porque o Universo estava se expandindo”, sua publicação “não foi bem divulgada para os outros astrônomos do mundo, pois foi publicado em francês e em uma revista científica com pouca repercussão” (Lopes e Rosso, 2020, p. 15).

Da mesma forma, na CNT 5 têm-se o seguinte:

“Mas o que realmente sabemos hoje sobre o big bang? Temos evidências observacionais suficientes para acreditar que a “explosão primordial” realmente ocorreu? A polêmica começou com a revelação da expansão do Universo, feita em 1929 pelo astrônomo estadunidense Edwin Hubble (1889 - 1953), após anos de cuidadosas observações e medições. Embora o astrônomo Vesto Slipher (1875 - 1969), compatriota de Hubble, já tivesse notado indícios dessa expansão em 1917, os resultados de Hubble eram mais precisos e confiáveis” (Amabis et al., 2020, p. 73).

Nesse sentido, os demais personagens da ciência não são citados, nem mesmo aspectos de seus trabalhos podem ser observados nessas abordagens. Portanto, diante dessas constatações, apesar dos avanços significados, em relação a não constatação da maior parte dos problemas associados às visões distorcidas, nos PNLD 2018 e 2021, os processos de TD continuam implicados.

Vale destacar também que essa implicação pode se constituir em um objeto de reflexão, pois entre o PNLD 2018 e 2021 passou a existir uma limitação da extensão do conteúdo. Adjacente a isso, alguns autores da edição de 2021, do conteúdo de Física, são os mesmos do PNLD 2018 (CNT 7 e Col.3/18; CNT 5 e Col.7/18; CNT 2 e Col.4/18). Por essas razões, é possível concluir que a incidência dos mesmos problemas associados à visão (f) encontrada em ambos (PNLD 2018 e PNLD 2021), especialmente, nas coleções (CNT 7 e Col.3/18) estão diretamente vinculadas a esse dado. Em outras palavras, em muitas dessas coleções, praticamente os conteúdos foram literalmente reproduzidos quase que na íntegra.

Conclusões

Neste artigo, procurou-se evidenciar que existe uma estreita relação entre os processos da TD - de descontextualização, despersonalização e desincretização sofridos pelo saber a ensinar, neste caso, a Lei de Hubble - e os problemas didático-epistemológicos relativos às visões distorcidas sobre a NdC, do conhecimento e do trabalho científico sistematizados pelo trabalho de Gil-Perez et al. (2001).

Adjacente a isso, foi possível constatar que a ocorrência dos mesmos problemas (visões distorcidas a, c e f) nas duas edições do PNLD 2018 e 2021 pode estar associado ao fato de que muitos autores nas duas edições são os mesmos (CNT 7 e Col.3/18; CNT 5 e Col.7/18; CNT 2 e Col.4/18; CNT 7 e Col.3/18). Com isso, é possível observar que alguns textos sobre a Lei de Hubble foram literalmente reproduzidos em algumas coleções.

Somando-se aos problemas enfatizados pela literatura, entre a edição do PNLD 2018 e 2021, pode-se inferir que existe uma perda real e simbólica da identidade disciplinar da Física enquanto área fundamental do conhecimento humano sobre a natureza e as bases tecnológicas. Esse dado fica evidente na diminuição da extensão, em números de páginas por livro (228 no PNLD 2018 para 160 no PNLD 2021) e/ou limitação da abordagem dos conteúdos de Física, justamente pela disputa de espaço em um mesmo LD entre as disciplinas de Biologia e de Química.

Em razão disso, acredita-se que esse problema é tão ou mais grave ainda do que os já apontados pela literatura, em termos de existência de erros conceituais em vários livros didáticos (Amaral e Oliveira, 2011; Langhi e Nardi, 2007); ausência de muitos conteúdos da FMC nas coleções do PNLD 2018 (Souza e Azevedo Filho, 2021); falta de sintonia entre LD e documentos oficiais (Lago, Ortega e Mattos, 2019); pouca qualidade didática na abordagem dos conteúdos de FMC, incluindo incidência de muitas visões distorcidas sobre a NdC em termos do tópico Relatividade e da Radiação de Corpo Negro (Nunes e Queirós, 2020; Thiara et al., 2022); necessidade de promover uma compreensão crítica docente e estudantil da relação Terra-Universo (Batista e Peduzzi, 2022a).

Com efeito, considera-se também que, se por um lado as coleções nas duas edições mostram que houve uma evolução no atendimento de conteúdos da Cosmologia Moderna, representado pela lei Hubble - atendendo as prerrogativas do próprio PNLD acerca dos eixos temáticos estruturantes, "Terra e Universo, a Vida e Ambiente, o Ser Humano e

Saúde, Tecnologia e Sociedade” - por outro, em face de tais constatações, continua pesando a necessidade de uma maior vigilância epistemológica durante o processo de textualização dos saberes a ensinar.

A pertinência das constatações inferidas tanto pelos estudos de Nunes e Queiróz (2020) quanto por Thiara et al. (2022), assim como neste artigo, reforçam a importante tese de que é preciso desenvolver a textualização dos saberes a ensinar mediante a constituição de uma “nova Transposição Didática” - um sonho memorável do ilustre Professor e Pesquisador José Pinho Alves Filho (1947 - 2022). Qual seja! Uma transposição que toma os conceitos de descontextualização, despersonalização e desincretização como parâmetros didático-epistemológicos que devem, em última instância, ser evitados e/ou extremamente mitigados.

Em outras palavras, esses parâmetros devem ser observados (pelo lado do eixo negativo), com o mesmo significado que o trabalho de Gil-Perez et al. (2001) possui, quando sinaliza o que não deve ser ensinado sobre a NdC. Isto é, visões distorcidas de imagens positivistas lógicas transmitidas pelos materiais didáticos e compartilhadas por docentes, estudantes, e o imaginário social, incluindo até mesmo os próprios pesquisadores.

Para tanto, é preciso destacar que o processo de vigilância epistemológica, para esse empreendimento coletivo, deve ser constante, uma vez que uma nova Transposição Didática não é e não pode ser condicionada à responsabilidade apenas de autores e editores dos LD. Como observado por Chevallard (1991), a textualização dos saberes a ensinar, no âmbito da Noosfera, perpassa pelas disputas de diferentes grupos sociais e seus diferentes interesses.

Portanto, notadamente, o sucesso de uma nova transposição passa a depender fundamentalmente do trabalho coletivo de pesquisadores, educadores, de boas políticas educacionais, de orientações curriculares alinhadas às pesquisas, continuidade e busca de melhor qualidade na produção de materiais didáticos e formação de professoras/es, bem como maior abertura para participação docente na elaboração/seleção dos LD que permeiam a Educação Básica no processo de textualização dos saberes. Atendidas essas prerrogativas, acredita-se fortemente na possibilidade de superação dos vários problemas encontrados nos livros, que afetam profundamente a qualidade do processo de ensino e aprendizagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e a UESC pelo fomento ao projeto e à Capes pela bolsa concedida para o desenvolvimento da pesquisa.

Referências bibliográficas

Alves Filho, J. P. (2000). Regras da Transposição Didática aplicadas ao Laboratório Didático. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 17(2), 174-188. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9006>.

Alves, M. F. S., & Magalhães Júnior, C. A. O. (2020). A escolha do livro didático de Física e sua utilização em sala de aula. *Debates em Educação*, 12(26), 67-82. <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12n26p67-82>.

Amabis, J. M., Martho, G. R., Ferraro, N. G., Penteado, P. C. M., Torres, C. M. A., Soares, J., Canto, E. L., & Leite, L. C. C. (2020). *Moderna Plus: Ciências da natureza e suas tecnologias*. São Paulo: Moderna.

Amaral, P., & Oliveira, C. (2011). Astronomia nos Livros Didáticos de Ciências: uma análise do PNLD 2008. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 12(1), 31–55. <https://doi.org/10.37156/relea/2011.12.031>.

Arthury, L. H. M. (2009). *A cosmologia Moderna à Luz dos Elementos da Epistemologia de Lakatos*. (Dissertação de Mestrado), Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. <https://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-cosmologia-moderna-a-luz-dos-elementos-da-epistemologia-de-lakatos>.

Arthury, L. H. M., & Peduzzi, L. O. Q. (2015). A Teoria do Big Bang e a natureza da ciência. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 20(1), 59–90. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2015.20.059>.

Bagdonas, A. (2015). *Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia*. (Tese de Doutorado), Ensino de Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.81.2015.tde-14092015-112555>.

Bagdonas, A. (2020). A favor e contra o método: a tensão entre racionalismo e anarquismo epistemológico na controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1250–1277. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1250>.

Bagdonas, A., Zanetic, J., & Gurgel, I. (2017). Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 39(2), 1-14. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0257>.

Bardin, L. (1997). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições.

Bastos, K., Gonçalves, K., & Cabral Neto, J. S. (2022). Modelo padrão: uma análise dos Livros Didáticos do PNLD para identificar conceitos relacionados à Física de Partículas Elementares. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 44, e20220153. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0153>.

Batista, C. A. S. (2020). *Um mergulho na história conceitual da astronomia, da cosmologia e da física à luz da solução de problemas laudanianos: dos babilônios à gravitação universal newtoniana*. (Tese de Doutorado), Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Batista, L., Souza, J., & Siqueira, M. (2022). O Big Bang nos Livros de Física do PNLD 2018: Uma Análise à Luz Da Transposição Didática. *Atas do XIX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física* [online], p. 1-8. <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xix/sys/resumos/T0056-1.pdf>.

Batista, C. A. S., & Peduzzi, L. O. Q. (2022a). Contextualizando Conteúdos Científicos Fundamentais à Compreensão Docente e Estudantil da Relação Terra-Universo Sob a Lente Epistemológica da Solução de

Problemas de Larry Laudan. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27 (2), 23-56. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n2p23>.

Batista, C. A. S., & Peduzzi, L. O. Q. (2022b). Vínculos Epistemológicos entre Saberes da NdC e o Contexto Investigativo da Tradição de Pesquisa Grega Antiga sob a Lente da Solução de Problemas de Larry Laudan. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 22, 1-30. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2022u12651294>.

Batista, C. A. S., & Siqueira, M. (2017). A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34 (3), 880-902. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2017v34n3p880>.

Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.

Bojarski, A. M., Devegili, K. L., & Lawall, I. T. (2023). Contextualização histórica da Lei de Hubble em livros didáticos de Física do PNLD 2018. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 14(3), 1-25. <http://dx.doi.org/10.3895/etr.v7n1.16760>.

Brockington, G., Siqueira, M., & Pietrocola, M. (2017). *A Realidade Escondida: A inserção de conceitos de Física Quântica e de Partículas no Ensino Médio*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.

Carvalho, P. S. (2017). *Textos de Divulgação Científica em Livros Didáticos de Ciências: uma análise a partir da Transposição Didática*. (Dissertação de Mestrado), Ensino. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu. <https://tede.unioeste.br/handle/tede/2945>.

Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: La Pensée Sauvage.

Cordeiro, M. D. (2016). *Ciência e valores na história da fissão nuclear: potencialidades para a educação científica*. (Tese de Doutorado), Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Doca, R. H., Biscuola, G. J., & Bôas, N. V. (2016). *Física*. São Paulo: Saraiva.

Fontes, D. T., & Rodrigues, A. M. (2020). A Física Moderna e Contemporânea nas perspectivas CTSA e História da Ciência nos livros didáticos de Física. *Pesquiseduca*, 11(25), 390-412. <https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/874>.

Fukui, A., Molina, M. M., & Venê. (2016). *Ser protagonista: Física*. São Paulo: SM.

Gil-Pérez, D., Fernández, I., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>.

Guerra, A., & Moura, C. B. (2022). História da Ciência no ensino em uma perspectiva cultural: revisitando alguns princípios a partir de olhares do sul global. *Ciência & Educação*, Bauru, 28, e22018. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220018>.

Guimarães, O., Piqueira, J. R., & Carron, W. (2016). *Física*. São Paulo: Ática.

Hendges, A. P. B., & Santos, R. A. (2022). Obstáculos epistemológicos em livros didáticos de Física: o gênero na Ciência-Tecnologia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 39(2), 584-611. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2022.e85678>.

Kragh, H. (2007). *Conceptions of Cosmos From Myths to the Accelerating Universe: a history of cosmology*. New York: Oxford University Press.

Kragh, H. (1996). *Cosmology and Controversy: the historical development of two theories of the universe*. New Jersey: Princeton University Press.

Kuhn, T. S. (2011). *A tensão essencial*. (M. A. Penna-Forte, Trad.). São Paulo: Editora da Unesp.

Lago, L., Ortega, J., & Mattos, C. R. (2019). A investigação Científica-Cultural como forma de superar o encapsulamento escolar: uma intervenção com base na teoria da atividade para o caso do ensino das fases da lua. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(1), 239-260. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n1p239>.

Langhi, R., & Nardi, R. (2007). Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 87-111. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6055>.

Laudan, L. (2011). *O Progresso e seus Problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico*. (R. L. Ferreira, Trad.). São Paulo: Editora da Unesp.

Lopes, S., & Rosso, S. (2020). *Ciências da natureza*. São Paulo: Moderna.

Martins, A. F. P. (2015). Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em temas e questões. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(3), 703-737. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>.

Martins, A. F. P. (2018). Sem carroça e sem bois: breves reflexões sobre o processo de elaboração de "uma" BNCC. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3), 689-701. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p689>.

Ministério da Educação Brasil (2018). Base Nacional Comum Curricular. basenacionalcomum.mec.gov.br.

Ministério da Educação (2018). *Base Nacional Comum Curricular. Brasília: Ministério da Educação*. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/download-da-bncc>.

Ministério da Educação (2019). *Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o programa nacional do livro*

didático do PNL D 2021. <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/consultas-editais/editais/edital-pnld-2019-atualizacao-bncc>.

Ministério da Educação (2023). Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Dados estatísticos. <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/pnld/dados-estatisticos>.

Ministério da Educação Brasil (2006). Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf.

Ministério da Educação Brasil (2002). Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>.

Moreira, M. A. (2017). Grandes desafios para o ensino de física na educação básica contemporânea. *Revista do Professor de Física*, 1(1), 1-13. <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>.

Moreira, M. A. (2018). Ensino de Física no Século XXI: desafios e equívocos. *Revista do Professor de Física*, 2(3), 80-94. <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/19959>.

Moreira, M. A. (2021). Desafios no ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43(1), 1-8. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>.

Mortimer, E. et al. (2020). *Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar: Desafios contemporâneos das juventudes*. São Paulo: Scipione.

Narlikar, J. V. (2018). The evolution of modern cosmology as seen through a personal walk across six decades. *The European Physical Journal*, 43(1), 43-72. <https://doi.org/10.1140/epjh/e2017-80048-5>.

Nunes, R. C., & Queirós, W. P. (2020). Visões deformadas sobre a natureza da ciência no conteúdo de relatividade especial em livros didáticos de física. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 19(2), 295-319. <http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/36>.

Ostermann, F., & Moreira, M. A (2000). Física contemporânea em la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias*, 18(3), 391-404. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21689>.

Ostermann, F., & Rezende, F. (2021). BNCC, Reforma do Ensino Médio e BNC-Formação: um pacote privatista, utilitarista minimalista que precisa ser revogado. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 38(3), 1381-1387. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e85172%20>.

Pedreira, A. J. L. A., & Souza, R. D. (2023). A escolha de Livros Didáticos de Ciências da Natureza no Ensino Médio em contexto de implementação da Base Nacional Comum Curricular: os processos e os espaços de decisão dos docentes. *Investigações em Ensino de Ciências*, 28(2), 439-461. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n2p439>.

Peduzzi, L. O. Q., & Raicik, A. (2020). Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(2), 19-55. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p19>.

Pietrocola, M., Pogibin, A., Andrade, R., & Romero, T. R. (2016). *Física em Contextos*. São Paulo: Editora do Brasil.

Pietrocola, M., & Gurgel, I. (2017). *Crossing the Border of the Traditional Science Curriculum Innovative Teaching and Learning in Basic Science Education*. Roterdã: Sensepublisher.

Ricardo, E. C. (2020). A história da ciência no ensino de física e a vigilância epistemológica. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza*, 4(1), 1-9. <https://doi.org/10.29215/pecen.v4i0.1506>.

Schivani, M., Souza, G. F., & Lira, N. N. A. (2020). Programa Nacional do Livro Didático de Física: subsídios para pesquisas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42, 1-10. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0011>.

Silva Junior, A. C., & Londero, L. (2022). A Transposição Didática do Fenômeno da Radioatividade em Manuais Escolares de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 39(1), 259-287. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2022.e84484>.

Silva, J. R. N., Arengi, L. E. B., & Lino, A. (2013). Por que inserir física moderna e contemporânea no ensino médio? Uma revisão das justificativas dos trabalhos acadêmicos. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 6(1), 69-83. <http://dx.doi.org/10.3895/S1982-873X2013000100004>.

Soares, D. (2021). O paradigma da luz cansada revisitado. *Cadernos de Astronomia*, 2(1), 121-126. <http://dx.doi.org/10.47456/Cad.Astro.v2n1.32086>.

Souza, G. F., & Azevedo Filho, J. S. (2021). Considerações sobre a disponibilidade dos tópicos de astronomia em livros didáticos de Física no PNLD 2018. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 38(1), 66-83. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e73273>.

Tenório, A., Quintana, L., Nunes, W., & Tenório, T. (2015). Análise de conteúdos de física nuclear em livros escolares brasileiros. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 14(2), 175-199. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen14/REEC_14_2_4_ex924.pdf.

Thiara, A. C., Batista, L. P., Oliveira, D., & Siqueira, M. (2022). Transposição Didática: A radiação do corpo negro nos livros didáticos do PNLD 2018. *Latin American Journal of Physics*, 16 (1), 1-10. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8444860>.

Thompson, M. (2020). *Conexões: Ciências da natureza e suas tecnologias*. São Paulo: Moderna.

Zamboni, A. et al. (2020). *Ser protagonista: Ciências da natureza e suas tecnologias: composição e estrutura dos corpos: Ensino Médio*. São Paulo: Edições SM.