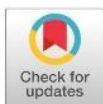


Vitruvian Cogitationes – RVC




Visões distorcidas da ciência: uma análise da teoria do Big Bang em livros didáticos do Ensino Médio

Visiones distorsionadas de la ciencia: un análisis de la teoría del Big Bang en libros de texto de educación secundaria

Distorted views of science: an analysis of the Big Bang theory in high school textbooks

Lincon Phyerry Maciel Batista

Complexo Integrado de Educação Básica, Profissional e Tecnológica de Eunápolis – CIEBTEC e-mail: linconphyerry@outlook.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3627-2844>

Maxwell Roger da Purificação Siqueira

Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC  e-mail: mrpsiqueira@uesc.br

 <https://orcid.org/0000-0002-2165-4244>

Resumo: No contexto atual, o ensino de Física Moderna e da Natureza da Ciência surge como uma alternativa para um ensino de Ciências mais crítico e alinhado às demandas globais. Este artigo teve como objetivo analisar a textualização da teoria do Big Bang em livros didáticos de Física do Ensino Médio, destacando visões distorcidas sobre a Natureza da Ciência, com base nos conceitos de despersonalização, descontextualização e dessincretização da teoria da Transposição Didática. Utiliza-se, para isso, a Análise de Conteúdo de Bardin como metodologia na investigação das obras aprovadas pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático, nas edições de 2018 e 2021. Os resultados indicam que a abordagem da teoria do Big Bang apresenta distorções, tanto evidentes quanto subjacentes, relacionadas aos processos da transposição. Argumenta-se que a vigilância epistemológica contínua é essencial para aprimorar a qualidade e o tratamento de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Básico.

Palavras-chave: Física Moderna e Contemporânea; livros didáticos; transposição didática.

Resumen: En el contexto actual, la enseñanza de la Física Moderna y de la Naturaleza de la Ciencia surge como una alternativa para una educación científica más crítica y alineada con las demandas globales. Este artículo tuvo como objetivo analizar la textualización de la teoría del Big Bang en libros de texto de Física de la Educación Secundaria, destacando visiones distorsionadas sobre la Naturaleza de la Ciencia, con base en los conceptos de

despersonalización, descontextualización y desincronización de la teoría de la Transposición Didáctica. Para ello, se utiliza el Análisis de Contenido de Bardin como metodología para investigar las obras aprobadas por el Programa Nacional del Libro y del Material Didáctico, en las ediciones de 2018 y 2021. Los resultados indican que el abordaje de la teoría del Big Bang presenta distorsiones, tanto evidentes como subyacentes, relacionadas con los procesos de transposición. Se argumenta que la vigilancia epistemológica continua es esencial para mejorar la calidad y el tratamiento de los contenidos de Física Moderna y Contemporánea en la Educación Básica.

Palabras-clave: Física Moderna y Contemporánea; libros de texto; transposición didáctica.

Abstract: *In the current context, the teaching of Modern Physics and the Nature of Science emerges as an alternative for a more critical science education aligned with global demands. This article aimed to analyze the textualization of the Big Bang theory in high school Physics textbooks, highlighting distorted views of the Nature of Science, based on the concepts of depersonalization, decontextualization, and desynchronization from the theory of Didactic Transposition. Bardin's Content Analysis is used as the methodology to investigate the textbooks approved by the National Textbook and Teaching Material Program in the 2018 and 2021 editions. The results indicate that the approach to the Big Bang theory presents both evident and underlying distortions related to the transposition processes. It is argued that continuous epistemological vigilance is essential to improve the quality and treatment of Modern and Contemporary Physics content in Basic Education.*

Keywords: Modern and Contemporary Physics; textbooks; didactic transposition.

1 INTRODUÇÃO

Os conhecimentos da ciência moderna estão amplamente presentes na sociedade de forma evidente. No entanto, grande parte da população não percebe essa influência, pois a ciência moderna ainda é frequentemente excluída do currículo escolar. Nesse contexto, pesquisas em ensino de física têm defendido, há algumas décadas, a necessidade de uma atualização curricular no ensino básico, incluindo, entre outras propostas, a inserção de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) (Barcelos; Guerra, 2015; Pereira; Guerini; Sá-Silva, 2019).

Entre os tópicos de FMC indicados pela literatura como essenciais nesse processo de atualização curricular, os conteúdos de Cosmologia Moderna se destacam. Essa área de estudo, de origem milenar, apresenta um grande potencial para a Educação Básica, pois possibilita uma compreensão crítica, histórica e cultural sobre a relação da humanidade com a Terra e o Universo, abordando suas origens e evoluções (Ostermann; Moreira, 2000; Arthury; Peduzzi, 2015; Bagdonas; Zanetic; Gurgel, 2017).

Entre as principais justificativas das pesquisas que defendem a FMC, destaca-se a necessidade de melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem, promovendo saberes que sejam contextualizados e alinhados à realidade do mundo contemporâneo (Brockington; Siqueira; Pietrocola, 2017). Ademais, o desenvolvimento histórico e conceitual da Cosmologia é marcado por controvérsias e pela constante superação de visões de mundo, construídas e questionadas pela humanidade ao longo do tempo. Esses questionamentos são continuamente impulsionados pelo avanço científico e tecnológico, viabilizado pela construção de estações espaciais, sondas, satélites e telescópios, como o Hubble e o James Webb, que permitem à ciência explorar os pontos mais distantes do Universo (Kragh, 1996).

Esses aspectos fundamentam a inclusão da Cosmologia na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, onde é destacada como um dos objetos de estudo das competências obrigatórias na área de Ciências da Natureza. Conforme a BNCC, particularmente na habilidade EM13CNT201, espera-se que o estudante desenvolva a capacidade de "analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas, para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo" (Brasil, 2018, p. 543).

Além disso, um número crescente de pesquisas tem enfatizado a importância de uma educação científica que promova a compreensão sobre o que é ciência, sua história e seu público-alvo, em vez de apresentá-la apenas como um produto final e acabado, expresso em enunciados e leis universais. Isso significa que o ensino de ciências deve abranger não apenas os conceitos científicos, mas também conteúdos relacionados à ciência, ou seja, conhecimentos metacientíficos que tratem da Natureza da Ciência (NdC) (Martins, 2015; Peduzzi; Raicik, 2020; Moura, 2021).

Nesse contexto, no âmbito da Cosmologia, defende-se sua introdução na Educação Básica não apenas como um conjunto de conhecimentos prontos e inquestionáveis sobre o desenvolvimento e a estrutura do universo, mas também como uma oportunidade de explorar todo o seu contexto de produção, evolução e incertezas. Essa abordagem permite diversas possibilidades para discutir aspectos da NdC, como a influência de fatores sociais no desenvolvimento científico, as controvérsias, o caráter não absoluto das explicações científicas, sua natureza provisória e inacabada, entre outros (Bagdonas, 2015; Batista, 2020; Batista *et al.*, 2024).

Por isso, argumenta-se que os conteúdos de Cosmologia devem ser didaticamente transformados em saberes a serem ensinados, por meio de uma contextualização histórica que vá além de simples datas. Essa abordagem visa não apenas contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem de tópicos de FMC em sala de aula, mas também fomentar uma maior aproximação dos estudantes com as ciências (Batista *et al.*, 2024).

Nesse sentido, a inserção da Cosmologia Moderna nos livros didáticos de Física distribuídos pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) (Pereira; Guerini; Sá-Silva, 2019; Batista *et al.*, 2024) representa uma importante oportunidade para aproximar os estudantes dessa área do conhecimento. Isso porque os livros didáticos desempenham um papel central no ambiente escolar, sendo amplamente utilizados como fonte de consulta por estudantes e professores e como suporte didático para a elaboração de planos de ensino e a seleção de conteúdos a serem abordados em sala de aula. Esse papel torna-se ainda mais relevante diante das recentes iniciativas que visam restringir o uso de celulares em sala de aula, reforçando o papel dos livros como ferramenta essencial no processo de ensino-aprendizagem.

Entretanto, a forma como esses conteúdos têm sido introduzidos nos livros parece divergir das orientações apontadas pelas pesquisas na área. O trabalho de Batista *et al.* (2024) revelou uma relação estreita entre os processos de transposição da Lei de Hubble e os problemas associados às visões distorcidas sobre a NdC. Em particular, destacam a predominância de visões empírico-indutivistas e a-teóricas, que desconsideram o papel das teorias no desenvolvimento científico; abordagens a-problemáticas e a-históricas, que ignoram os conflitos, os desafios e o contexto histórico do avanço científico; além da perpetuação da ideia de que a ciência é construída de forma individualista e elitista, desvalorizando o caráter coletivo, colaborativo e social da prática científica.

No entanto, os autores limitam sua análise à Lei de Hubble em duas edições do PNLD, 2018 e 2021, que passou por mudanças significativas em suas edições. Diante disso, de maneira

a ampliar o estudo da inserção da Cosmologia no ensino médio, este estudo¹ o objetiva investigar a textualização da teoria do Big Bang nos livros didáticos aprovados nas edições de 2018 e 2021 do PNLD, considerando aspectos relacionados à teoria da Transposição Didática – descontextualização, despersonalização e dessincronização – e visões distorcidas sobre a NdC.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os conhecimentos presentes em livros didáticos e materiais de divulgação científica apresentam diferenças significativas em relação ao saber de referência produzido pela comunidade científica. Essas diferenças decorrem do processo de transformação desses conhecimentos ao contexto do currículo escolar, conhecido como Transposição Didática (TD) (Chevallard, 1991).

A teoria da Transposição Didática se apresenta como uma importante ferramenta teórica para analisar o processo de transformação do saber sábio – o conhecimento científico produzido pela comunidade científica – em saber a ensinar, o conhecimento adaptado ao contexto escolar. Conforme Chevallard (1991, p. 45, tradução livre), "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".

Nesse processo, o conhecimento pode ser dividido em três níveis distintos: o saber sábio, o saber a ensinar e o saber ensinado. O saber sábio, no primeiro nível, refere-se ao conhecimento produzido pela comunidade científica, que passa por um processo de transposição didática externa. Esse processo transforma o saber sábio no saber a ensinar, o segundo nível, conforme apontado por Alves Filho (2000). O saber a ensinar é então configurado para integrar os currículos escolares e os livros didáticos, representando uma transformação do conhecimento científico original para atender às necessidades do contexto educacional.

Ao alcançar o novo status epistemológico, no nível do ‘a ensinar’, o saber perde seu contexto (descontextualização), seu nicho epistemológico (dessincronização) e é despersonalizado, processo que é denominado de “três-D. Esses processos transformam o conhecimento científico original ao contexto educacional. Por fim, o saber ensinado é aquele que efetivamente chega ao estudante em sala de aula, transformado em objeto da prática pedagógica. Essa etapa final é resultado de um processo chamado transposição didática interna, que ajusta o saber a ensinar para sua implementação no cotidiano escolar, considerando as dinâmicas específicas do ensino e da aprendizagem (Alves Filho, 2000).

Os processos da TD são responsáveis por transformar o conhecimento científico para o contexto do sistema didático, moldando-o de acordo com os interesses e disputas dos diferentes grupos e agentes que compõem a Noosfera². Conforme destacado por Chevallard (1991), as características são as seguintes: dessincronização; despersonalização do saber; programabilidade; publicidade do saber; e controle social das aprendizagens.

Nessa textualização, a **dessincronização** está ligada à delimitação dos saberes em tópicos de ensino específicos e a separação do saber dos problemas que o originaram. 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,

¹ Parte dos dados apresentados neste artigo já foi discutida em trabalho anterior de Batista *et al.* (2023), publicado nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

² A Noosfera é composta por pesquisadores, educadores, políticos, pais de estudantes, autores de livros e materiais didáticos, cujas ações e influências vão incidir sobre como e quais saberes a ensinar serão contemplados pelos programas e currículos escolares (Chevallard, 1991).

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.

A transposição dos níveis de conhecimento – saber sábio, saber a ensinar e saber ensinado – ocorre por meio da ação efetiva de diferentes grupos sociais, que desempenham papéis fundamentais na existência de cada um deles, a Noosfera. Ela é composta por pesquisadores, educadores, políticos, pais de estudantes e autores de livros e materiais didáticos, cujas ações e influências determinam quais saberes a ensinar serão efetivamente incorporados aos programas e currículos escolares (Chevallard, 1991). Esses grupos, que compartilham interesses relacionados ao saber sábio e ao saber a ensinar, exercem pressões políticas, sociais e econômicas, interagindo e influenciando-se mutuamente ao longo desse processo (Alves Filho, 2000).

As características apontadas por Chevallard (1991) são inerentes ao processo de transposição do conhecimento, que, ao ser textualizado para a cultura escolar, sofre perdas significativas de aspectos epistemológicos relacionados ao seu processo de construção. Essa limitação torna-se ainda 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”.

Sobre essa perda epistemológica, Ricardo (2020) observa que o exílio do saber, de sua origem histórica para a recontextualização discursiva no saber a ensinar, promove uma desarticulação das redes de problemáticas e questões que conferem sentido pleno ao saber sábio. Nesse contexto, a transformação de conteúdos promovido pode gerar inversões ou reorganizações cronológicas, omitir o rico e dinâmico desenvolvimento histórico das ciências e da construção do conhecimento científico.

Como consequência, em detrimento dos saberes metacientíficos, filosóficos, históricos e sociais, o saber a ensinar é frequentemente apresentado como um produto finalizado e inquestionável, atendendo aos interesses de determinados grupos da Noosfera. As perdas epistemológicas desse processo incluem a omissão de aspectos histórico-culturais contextuais, que são inerentes tanto ao empreendimento coletivo quanto ao individual de membros da comunidade científica. Também são negligenciadas as contribuições de homens e mulheres cientistas ao longo do tempo, que justificam e fundamentam o aprofundamento de investigações atuais. Além disso, há uma exclusão de questionamentos científicos e visões de mundo que instrumentalizam a construção de conceitos, leis, modelos, teorias, princípios e valores epistêmicos. Igualmente ignoradas estão as controvérsias e as influências, tanto internas quanto externas, que permeiam a prática investigativa e impactam direta e indiretamente a produção do conhecimento (Batista, 2020; Peduzzi; Raicik, 2020).

Nesse processo de textualização do saber sábio em saber a ensinar, que se torna "algo que não é de nenhum tempo nem de nenhum lugar", os três-D contribuem para a construção de uma visão ingênua, tanto docente quanto estudantil, sobre o desenvolvimento das ciências como um todo. Essa visão simplista desconsidera a complexidade, as controvérsias e o caráter dinâmico e social da produção científica, limitando a compreensão mais ampla do processo científico. Quando o processo dos três-D é plenamente aplicado na abordagem de conteúdos nos livros didáticos, pode-se observar uma relação direta entre esses conceitos e as visões distorcidas sobre a NdC, como já sinalizado por Batista *et al.* (2024).

Estas considerações podem implicar na presença subjacente, e até mesmo explícita, de diversas visões errôneas sobre a ciência, como as apontadas por Gil-Pérez *et al.* (2001), tais como: a) Empírico-indutivista e a-teórica: entende o conhecimento científico como resultado direto da observação e experimentação, ignorando a importância de hipóteses e teorias no pensamento científico; b) Rígida e algorítmica: considera o método científico como um

processo fixo e universal; c) A-problemática e a-histórica: desconecta o conhecimento científico dos contextos histórico-culturais de seu desenvolvimento; d) Exclusivamente analítica: segmenta o conhecimento em subáreas, negligenciando a interdisciplinaridade; e) Linear e cumulativa: percebe o desenvolvimento científico como mero acúmulo progressivo, ignorando as mudanças paradigmáticas e revolucionárias na ciência; f) Individualista e elitista: atribui o avanço científico a indivíduos isolados, como "gênios", desconsiderando o caráter coletivo da ciência; e g) Socialmente neutra: trata a ciência como desvinculada de questões éticas, políticas, sociais, econômicas e culturais, incluindo gênero e religião.

Com base nos pressupostos da TD e em sua relação com as visões distorcidas sobre a NdC, apresentam-se a seguir os aspectos metodológicos e as fontes de dados referentes aos livros didáticos de Física aprovados pelo PNLD 2018 e aos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aprovados pelo PNLD 2021.

3 METODOLOGIA

Nossa investigação teve como base a análise das coleções aprovadas pelo PNLD para as escolas públicas brasileiras nos triênios de 2018-2020 e 2021-2023. Adotamos uma abordagem qualitativa, fundamentada em características apontadas por Bogdan e Biklen (1994). Para a análise, utilizamos a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (1997), que orientou o exame dos livros por meio dos seguintes procedimentos: leitura flutuante do material; constituição do corpus; exploração do corpus a partir das categorias da TD e NdC; e tratamento dos resultados obtidos.

A seguir, apresentamos as coleções analisadas da edição de 2018 do PNLD. A análise foi realizada nas doze (12) coleções de Física aprovadas, cada uma com três (3) volumes. Para identificação dos livros, utilizamos os códigos “col. x” e seu respectivo volume.

Quadro 1 - coleções aprovadas pelo PNLD 2018

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

Fonte: dados da pesquisa.

De forma semelhante, as sete coleções do PNLD 2021 seguem as nomenclaturas CNT 1, CNT 2, [...] CNT 7. Diferentemente da edição de 2018, o novo PNLD 2021 aprovou livros didáticos voltados ao Novo Ensino Médio para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, reorganizando os conteúdos de maneira que não seguem uma ordem específica em relação às disciplinas de Biologia, Física e Química. Isso significa que, no PNLD 2021, não há mais um livro exclusivamente dedicado à disciplina de Física.

Quadro 2 - coleções aprovadas pelo PNLD 2021

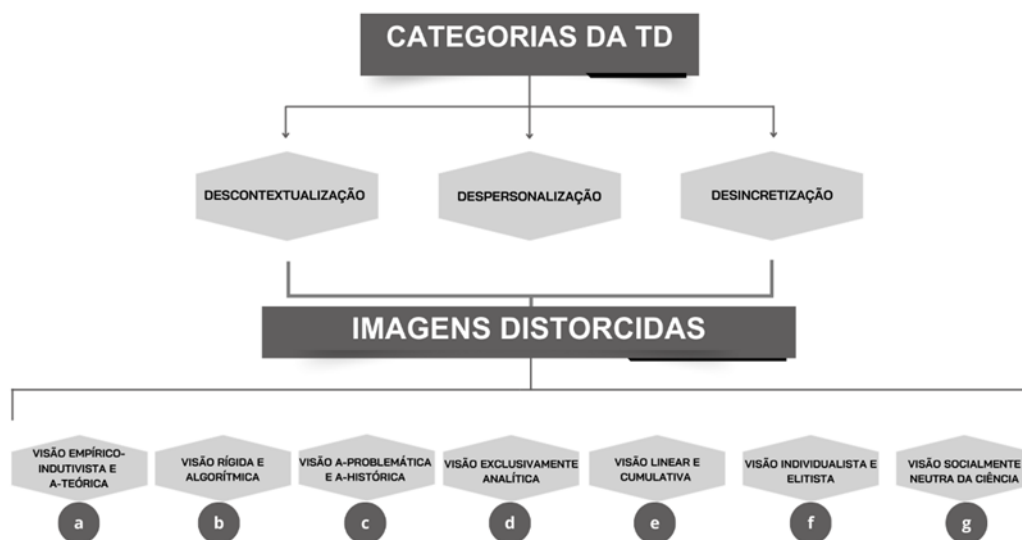
Código	Livro	Editora	Volumes
CNT 1	Ciências da Natureza – Lopes & Rosso	Moderna	6
CNT 2	Conexões – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Moderna	6
CNT 3	Diálogo – Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Moderna	6
CNT 4	Matéria, Energia e Vida: Uma Abordagem Interdisciplinar	Scipione	6
CNT 5	Moderna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

Fonte: dados da pesquisa.

Nesse contexto, inicialmente foi realizado um estudo sobre a construção histórica da Teoria do Big Bang, com base em Martins (1994), Kragh (1996) e Bagdonas (2015), a fim de compreender os contextos históricos relacionados ao tema. Em seguida, utilizando a técnica de análise de conteúdo de Bardin (1977), realizou-se uma leitura flutuante de todos os exemplares aprovados pelas duas edições analisadas do PNLD, com o objetivo de identificar em qual volume e página de cada coleção o tópico do Big Bang estava apresentado. Esse procedimento permitiu verificar a presença e a disponibilidade desse conteúdo nas coleções, definindo o corpus de pesquisa.

Por fim, realizamos a análise dos conteúdos das coleções selecionadas, buscando evidenciar como a abordagem da teoria do Big Bang nos livros didáticos é afetada pelos processos de despersonalização, descontextualização e dessincretização desse conhecimento, e está relacionada com visões distorcidas sobre a NdC, conforme destacado na seção anterior, ou seja, partiu-se de categorias *a priori*. Batista *et al.* (2024) elaboraram um esquema dessa categoria, Figura 1.

Figura 1 – Esquema das categorias da TD e as visões distorcidas de NdC



Fonte: Batista *et al.* (2024, p. 458).

Na parte superior da figura, estão representadas as categorias da TD, enquanto as imagens distorcidas são apresentadas na parte inferior, identificadas pelas letras (a, b, c, d, e, f e g).

4 RESULTADOS

A análise das coleções do PNLD revelou dois aspectos específicos: as obras que abordam a Teoria do Big Bang e a forma como essa temática é apresentada. Dentre as obras analisadas do PNLD 2018, cinco coleções (Col. 1, Col. 3, Col. 7, Col. 9 e Col. 12) tratam do tópico, representando 42% do total. Esse resultado sugere que esse tema não possui destaque significativo nos livros didáticos aprovados.

Contudo, na edição de 2021 do programa, todas as coleções aprovadas abordam o episódio em questão. Ao levar em consideração que o livro didático é uma das principais fontes de consulta, tanto para professores quanto para alunos, esse fato indica que a teoria do Big Bang tem maior potencial de ser abordada nas aulas de Física da educação básica no triênio 2021-2023, em comparação com a edição de 2018. Esse cenário foi também constatado em relação ao conhecimento sobre a Lei de Hubble, conforme observado por Batista *et al.* (2024). Esse avanço pode ser considerado positivo frente às recomendações de pesquisas em ensino de Física que, há décadas, defendem a inclusão de tópicos de FMC na educação, entre eles a Cosmologia, além de contornar a ausência de muitos conteúdos de astronomia e astrofísica no PNLD 2018.

No que se refere à análise das coleções, iniciamos com o PNLD 2018. No último volume da Col. 1, são identificadas características que remetem, de forma evidente, aos processos da TD. Entre essas características, destacam-se evidências do processo de despersonalização em determinados trechos. Um exemplo claro é a referência exclusiva a George Gamow para a teorização do modelo cosmológico do Big Bang, ignorando a contribuição, por exemplo, de seus colaboradores Ralph Alpher e Robert Herman (Kragh, 1996). “Na tentativa de explicar o surgimento dos elementos químicos, George Gamow (1904–1968), por meio de suas equações,

previa um universo inicial compacto [...] essa teoria ficou conhecida como teoria do *Big Bang*” (Bonjorno *et al.*, 2016, Col. 1, v. 3, p. 218).

Essa característica também é observada em outras coleções. A Col. 3 e a Col. 9 também exemplificam essa inconsistência no contexto histórico do episódio. Ao atribuir todo o crédito da teoria exclusivamente a George Gamow, ou a Alpher e Hermann, enquanto ocultam outros colaboradores, como o padre Georges Lemaître, corre-se o risco de disseminar a ideia de que a Cosmologia é desenvolvida de forma isolada por membros da comunidade científica, ainda que essa não seja a intenção.

Em 1948, George Gamow (1904-1968), baseando-se em modelos de expansão do Universo, mostrou que, no passado, o Universo se encontrava em um estado de densidade e temperatura muito altas, em um volume muito pequeno (Fukui; Molina; Venê, 2016, Col. 3, v. 3, p. 260).

Esses não são casos isolados nos livros didáticos. Batista *et al.* (2024) destacam aspectos semelhantes ao analisar o episódio da Lei de Hubble. Por exemplo, a construção histórica da teoria considera cientistas em diferentes contextos, como Hubble e Lemaître. No entanto, todas as coleções ocultam, em maior ou menor grau, os colaboradores envolvidos na construção desse conhecimento. Assim, é reforçada, mesmo que de forma subjetiva, a imagem distorcida de que a ciência é individualista e elitista, especialmente nos conteúdos de Cosmologia apresentados ao longo das coleções.

Ao longo do texto, percebe-se também a despersonalização nas contextualizações da teoria, por exemplo, na Col. 1: “Na mesma época, um grupo de físicos ingleses sugeriu um modelo semelhante à teoria do Big Bang [...] a Teoria do Estado Padrão” (Col. 1, v. 3, p. 219), onde se aborda como um “grupo” os físicos Hermann Bondi, Thomas Gold e Fred Hoyle (Kragh, 1996). Apesar de algumas coleções creditarem apenas a um cientista, é importante destacar que algumas obras trazem a contribuição de outros cientistas. Um exemplo disso é a Col. 7, que cita Hubble, Lemaître, Gamow e Hoyle, mesmo que rapidamente.

Em 1949, durante uma transmissão radiofônica, o astrônomo britânico Fred Hoyle (1915-2001) cunhou a expressão Big Bang, dando, assim, um nome, até hoje usado, para uma teoria que prevê um início para o Universo. De acordo com essa teoria, proposta em 1926 pelo padre belga Georges Lemaître (1894-1966) e desenvolvida em 1948 pelo físico russo naturalizado estadunidense George Gamow (1904-1968) (fig. 8.1), no início toda a matéria encontrada hoje no Universo estava extraordinariamente comprimida num ponto [...] (Torres *et al.*, 2016, Col. 7, v. 1, p. 221).

Nas coleções de Ciências da Natureza aprovadas no PNLD 2021, também foi constatado que o saber sobre a teoria do Big Bang é apresentado de forma despersonalizada, ainda que em diferentes graus. De maneira semelhante ao ocorrido no edital de 2018, algumas obras apresentam alto grau de despersonalização do conteúdo. Destacam-se as coleções CNT 1, CNT 2 e CNT 6, que não incluem qualquer contexto histórico relacionado aos cientistas envolvidos na construção desse episódio.

Existem algumas teorias sobre a origem e evolução do Universo. A mais aceita atualmente considera que o Universo se iniciou a partir de uma grande singularidade que, devido a uma grande instabilidade, explodiu e passou a ser chamada de Big Bang. Segundo essa teoria, tudo o que conhecemos só começou a tomar forma cerca de 13,8 bilhões de anos atrás, não por uma explosão como o nome sugere, mas devido à expansão de um único ponto no espaço, com temperatura e densidade infinitamente altas – uma singularidade – que liberou toda a matéria e energia que existe [...] (Godoy; Agnolo; Wolney, 2020, CNT 6, v. 4, p. 15).

Esse é mais um exemplo que reforça a ideia já mencionada de apresentar o conteúdo completamente desvinculado de sua contextualização histórica, social e cultural. O tema é exposto de forma acabada, sem sequer mencionar um único cientista relacionado à sua construção. Além disso, sua inserção na coleção também omite outros contextos relevantes; por exemplo, não há qualquer referência à Lei de Hubble e sua relação com o episódio (Batista *et al.*, 2024).

As coleções CNT 3, CNT 4 e CNT 5 despessoalizam menos o episódio. Destaca-se a CNT 7, que consegue trazer a contribuição de mais de um cientista, o que possibilita se afastar da imagem distorcida (f), que individualiza a construção da ciência.

Em 1922, o matemático e cosmólogo russo Alexander Friedmann (1888-1925) formulou um modelo para o Universo fundamentado nas equações da relatividade Geral de Einstein [...] mesmo com a descoberta de Hubble de que o Universo está se expandindo, vários pesquisadores ainda insistiam na teoria do Universo estacionário. O matemático austro-britânico Hermann Bondi (1919-2005), o astrônomo austríaco Thomas Gold (1920-2004) e o astrônomo britânico Fred Hoyle (1915-2001) propuseram uma teoria na qual a matéria seria continuamente produzida [...] em 1948, o físico estadunidense George Gamow (1904-1968), baseando-se em modelos de expansão do Universo, mostrou que, no passado, o Universo se encontrava em um estado de densidade e temperatura muito altas, em um volume muito pequeno. Em 1949, Hoyle sugeriu, ironicamente, o nome Big Bang [...] (Zamboni; Bezerra, 2020, CNT 7, v. 4 p. 84-85).

Assim, podemos corroborar a ideia de que o grau de despessoalização do saber durante seu processo de textualização para o livro didático está intimamente ligado à possibilidade de o conteúdo reforçar a imagem de que a ciência é individualista e elitista (f), conforme apontado por Batista *et al.* (2024).

A construção histórica da teoria do Big Bang foi caracterizada por um longo período de desenvolvimento, envolvendo uma diversidade de cientistas, áreas de investigação e contextos históricos. Para evidenciar o processo de descontextualização do saber em sua textualização, utilizaremos como base três contextos que consideramos essenciais para a compreensão desse episódio:

i) A ideia de universo em expansão baseada na relatividade, com destaque para as contribuições de Friedmann, Lemaître e Hubble;

ii) A construção das teorias a partir da década de 1930, especialmente a teoria do Big Bang, desenvolvida por Gamow, Alpher e Hermann, e a teoria do estado estacionário, que foi uma teoria concorrente no cenário cosmológico, elaborada por Hoyle, Bondi e Gold;

iii) O prevalecimento da teoria do Big Bang, um contexto marcado por aspectos filosóficos, religiosos, desafios teóricos e avanços experimentais (Martins, 1994; Kragh, 1996).

Em relação à contextualização das obras do PNLD 2018 sobre a teoria do Big Bang, o estudo de Batista *et al.* (2024) sugere que um dos tópicos históricos analisados, o item (i) referente à Lei de Hubble, apresenta-se de forma evidentemente descontextualizada nas coleções. Essa lacuna impacta diretamente na descontextualização da própria teoria do Big Bang. Destacamos, por exemplo, a Col. 12, que contextualiza a Lei de Hubble de forma parcial, e apresenta o Big Bang.

Há bilhões de anos (figura 11.16), houve um momento em que a matéria estava praticamente concentrada em um ponto, chamado de singularidade, cuja densidade era gigantesca. Seguiu-se daí uma “explosão”, o big-bang, e teve início a expansão. O termo explosão está entre aspas porque esse modelo não deve ser confundido com a explosão de um objeto em um espaço vazio [...] pouco depois da Segunda Guerra Mundial, os físicos estadunidenses Ralph Alpher (1921-2007) e

Robert Hermann (1914-1997) propuseram que o Universo, imediatamente após o big-bang, teria sido extremamente quente, deflagrando reações nucleares em todos os pontos do pequeno espaço, o que explicaria que a origem do hélio não são as estrelas [...] (Guimarães; Piqueira; Carron, 2016, Col. 12, v. 3, p. 267).

Observa-se que todo o contexto histórico é ocultado no texto, isto é, ele se apresenta de forma descontextualizada, sem uma conexão clara com os tópicos anteriores, podendo levar a ideia de que este conhecimento foi construído de forma a-problemática e a-histórica (c). Observa-se, também, que o trecho anterior cita a segunda guerra mundial, contudo não mostra como ela influenciou o processo de construção do conhecimento na época, aspecto que poderia evidenciar a não neutralidade da ciência (g). Havia uma guerra acontecendo e o desenvolvimento da teoria do Big Bang tinha relação direta com a física nuclear. Física nuclear não foi importante nesse período de guerra?

Um aspecto relevante na contextualização desse episódio diz respeito à disputa no cenário cosmológico entre a teoria do Big Bang e a Teoria do Estado Estacionário, conforme o item (ii). Na edição de 2018 do programa, as coleções destacavam especialmente Fred Hoyle, um dos idealizadores da teoria estacionária, como o responsável por cunhar o termo "Big Bang" para descrever a teoria, mas não apresentam a teoria.

Em 1949, durante uma transmissão radiofônica, o astrônomo britânico Fred Hoyle (1915-2001) cunhou a expressão Big Bang, dando, assim, um nome, até hoje usado, para uma teoria que prevê um início para o Universo. De acordo com essa teoria [...] (Torres *et al.*, 2016, Col. 7, v. 1, p. 221).

Acreditamos que esse tipo de contextualização pode reforçar a ideia de que os conhecimentos científicos são acumulados de maneira contínua e progressiva, sem envolver disputas, problemas, impasses ou controvérsias. Isso contribui, mais uma vez, para a imagem distorcida (c), a-problemática e a-histórica, e possivelmente para a concepção cumulativa e linear (e) do conhecimento científico. Esse efeito torna-se ainda mais evidente quando se considera a programabilidade ou o sequenciamento dos saberes, como Relatividade, Lei de Hubble, Big Bang... Será que essa construção foi tão linear assim?

De forma semelhante, as coleções aprovadas pelo PNLD 2021 também apresentam algumas evidências claras de descontextualização. A iniciar pela descontextualização dos primórdios da construção da teoria na década de 1920, como observado por Batista *et al.* (2024). Destaca-se que algumas obras podem levar ao entendimento de que a constatação de que o universo está em expansão, e que a partir disso surgiu a teoria, surgiu unicamente de forma experimental, com Hubble. Isso porque se omite da apresentação do saber as diversas contribuições e construções teóricas que permearam o cenário cosmológico nesta época.

Mesmo com a descoberta de Hubble de que o Universo está se expandindo, vários pesquisadores ainda insistiam na teoria do Universo estacionário [...] além de calcular essas distâncias, Hubble mediu a velocidade em que tais galáxias se moviam e concluiu que elas estavam se afastando da Terra (Zamboni; Bezerra, 2020, CNT 7, v. 4, p. 84-85).

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 (Amabis *et al.*, 2020, CNT 5, v. 6, p. 73).

Ao omitir, em trechos como os apresentados nas coleções CNT 5 e CNT 7, as bases teóricas que sustentam ou impulsionam as investigações observacionais e experimentais,

atribui-se um peso excessivo à dimensão empírica da ciência. Dessa forma, pode-se interpretar que a origem da ideia de um universo em expansão e a das teorias cosmológicas ocorreram de maneira puramente empírico-indutivista (a), o que não é verdade (Bagdonas, 2015).

Para o item (ii) de contextualização histórica, a controvérsia entre as duas teorias, constatou-se que as coleções CNT 3 e CNT 5 citam a teoria do estado estacionário apenas para explicar a origem do termo “Big Bang”: “Essa teoria foi batizada de Big Bang por seus opositores de forma pejorativa, pois a ideia de que o Universo teve um início era muito rejeitada pela grande maioria da comunidade científica” (CNT 3, v. 1, p. 32). A única coleção a citar de forma direta esta teoria é CNT 7.

Mesmo com a descoberta de Hubble de que o Universo está se expandindo, vários pesquisadores ainda insistiam na teoria do Universo estacionário. O matemático austro-britânico Hermann Bondi (1919-2005), o astrônomo austríaco Thomas Gold (1920-2004) e o astrônomo britânico Fred Hoyle (1915-2001) propuseram uma teoria na qual a matéria seria continuamente produzida (Zamboni; Bezerra, 2020, CNT 7, v. 4, p. 85).

As demais coleções, CNT 1, CNT 2, CNT 4 e CNT 6, sequer mencionam esse contexto (ii). Embora uma das diretrizes que deveriam nortear o processo de TD seja a atualização dos conceitos, a articulação entre saberes já consolidados e novos conhecimentos também é destacada por Alves Filho (2000). Ainda assim, vale ressaltar que as ideias associadas ao modelo estacionário não são ultrapassadas, uma vez que ainda há cientistas contemporâneos que pesquisam e defendem teorias alternativas ao Big Bang e o surgimento de dados que parecem desafiar o poder explicativo da teoria do Big Bang.

Essas omissões contrastam com o que as pesquisas em ensino de ciências defendem quanto à operacionalização da história da ciência nos contextos educacionais. Em vez de valorizar o potencial pedagógico dos contextos ocultos, especialmente aqueles de caráter controverso (Bagdonas, Zanetic e Gurgel, 2014), as obras analisadas parecem optar por suprimi-los, apresentando o conteúdo de forma que sugere um acúmulo linear e cumulativo (e), narrando apenas a história dos triunfos e vencedores.

Quanto à contextualização do episódio envolvendo a evidência experimental da Radiação Cósmica de Fundo, que envolve a detecção pelos astrônomos Arno Penzias e Robert Wilson dos laboratórios Bell (iii). A interpretação desse achado ocorreu a partir do contato com o grupo de pesquisa liderado por Robert Dicke, que já havia desenvolvido teorias prevendo essa radiação, assim como outros trabalhos relacionados ao modelo do Big Bang (Kragh, 1996).

Destaca-se que, entre as coleções do PNLD 2018, as Coleções 1, 3, 7 e 9 mencionam apenas a detecção da Radiação Cósmica de Fundo pelos astrônomos Arno Penzias e Robert Wilson, omitindo as contribuições do grupo de pesquisa liderado por Robert Dicke. Por outro lado, a Coleção 12 cita Dicke e Peebles, membro desse grupo, mas omite Penzias e Wilson. Como a interpretação dessa detecção envolve tanto o aspecto experimental quanto o embasamento teórico necessário para compreender o achado, consideramos que essas obras acabam por despersonalizar e descontextualizar o episódio. Além disso, observa-se uma forte ênfase na radiação cósmica de fundo como a principal evidência em favor da teoria do Big Bang nas coleções analisadas, enquanto outros aspectos também relevantes para a consolidação desse modelo cosmológico são ignorados, especialmente os de natureza metafísica (Bagdonas e Silva Neto, 2023).

De forma semelhante, as coleções do PNLD 2021 ocultam os colaboradores teóricos dessa parte da história. Nota-se uma clara preferência pelos aspectos experimentais, estabelecendo uma conexão quase “mágica” entre a detecção da radiação e a previsão da teoria do Big Bang, além de reforçar a narrativa dos “vencedores”. Esse viés é evidente, uma vez que a teoria gravitacional do grupo de Robert Dicke não se tornou amplamente conhecida (Kragh,

1996). Neste ponto, destaca-se as coleções que descontextualizam em alto grau o episódio, como a CNT 1 e CNT 6.

Os átomos formados nesse período (hidrogênio, deutério, hélio, lítio e berílio) emitiram uma radiação, chamada de radiação cósmica de fundo. O mais incrível é que os astrônomos conseguiram observar essa radiação. É a evidência mais forte que sustenta a teoria do *Big Bang* (Godoy; Agnolo; Wolney, 2020, CNT 6, v. Evolução e Universo, p. 13).

Apesar de ocultar a parte teórica do grupo de Robert Dicke, há uma ligação com as previsões da teoria do Big Bang, por exemplo: “Em 1964, dois astrofísicos testando uma antena detectaram, acidentalmente, a radiação cósmica de fundo na temperatura prevista pela teoria do Big Bang” (CNT 2, vol. 6, p. 102). Por isso, não é possível inferir que essa descontextualização possa passar de forma evidente a visão distorcida (a) – visão empírico-indutivista e a-teórica.

Na mesma linha da despersonalização e descontextualização, encontra-se a dessincronização deste episódio. Esse conceito é, em parte, resultado dos outros dois processos (descontextualização e despersonalização), uma vez que o conhecimento é apresentado como um produto pronto e acabado, dissociado de suas origens, problemáticas, controvérsias e contextos históricos. Para ilustrar aspectos da dessincronização do episódio, consideraremos duas problemáticas fundamentais que impulsionaram o desenvolvimento de teorias cosmológicas: a) A questão da natureza do universo: estático, estacionário ou em expansão? b) A origem dos elementos químicos.

Segundo Batista *et al.* (2024), que investigaram a textualização da lei de Hubble nas obras aprovadas pelo PNLD 2018 e 2021, os conteúdos são apresentados de forma dessincronizada em relação ao item (a). No que diz respeito ao item (b), dentre todas as coleções que abordam o episódio, nas duas edições, apenas duas obras deixam claro que a busca pelo entendimento da síntese dos elementos químicos era uma questão central para as teorias. A Col. 1 afirma: “Na tentativa de explicar o surgimento dos elementos químicos, George Gamow (1904–1968), por meio de suas equações, previa um universo inicial compacto [...] essa teoria ficou conhecida como teoria do Big Bang” (Col. 1, vol. 3, p. 218). Já a CNT 4 menciona:

Os elementos químicos estão à nossa volta, mas como eles se originaram? Existem estudos e propostas teóricas que procuram propor explicações para essa questão. Em 1948, um artigo intitulado ‘A origem dos elementos químicos’ foi publicado por Ralph Alpher (1921-2007), Hans Bethe (1906-2005) e George Gamow (1904-1968) [...] A teoria de Gamow apontava para a formação de elementos químicos no *big bang* [...] (Mortimer *et al.*, 2020, CNT 4, v. 1, p. 101-102).

A questão da dessincronização desse episódio aponta de forma bastante evidente para a possibilidade de propagação de uma visão distorcida (c), ou seja, de uma ciência a-problemática. Isso ocorre porque o pressuposto da dessincronização é justamente remover do conhecimento as problemáticas que lhe deram origem e seu contexto epistemológico.

É importante destacar que a abordagem de temas relacionados à origem e evolução do Universo é um requisito essencial para a aprovação de livros didáticos no âmbito do PNLD. Isso se deve ao fato de que, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais, o texto complementar para o Ensino Médio e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, todos os documentos curriculares oficiais da educação brasileira estabelecem como um dos eixos temáticos centrais a Terra e Universo (Brasil, 2002, 2006, 2018). Diante disso, observa-se um aumento notável na quantidade de obras que tratam de tópicos da Cosmologia Moderna entre o PNLD 2018 e o PNLD 2021 (Souza; Azevedo Filho, 2021; Santos *et al.*, 2022; Batista, *et al.*, 2024).

No entanto, o aumento no número de coleções que abordam o conteúdo não assegura, por si só, uma melhoria na qualidade da textualização dos conhecimentos para a educação

básica. Como os dados revelam, a forma como o saber a ensinar sobre a teoria do Big Bang foi textualizado na edição de 2021 do PNLD é bastante semelhante à edição de 2018, mantendo graus evidentes de despersonalização, descontextualização e dessincritização, o que favorece a presença de imagens distorcidas subjacentes da NdC no conteúdo.

Contudo, é importante abrir um parêntese e destacar a redução na extensão dos livros didáticos, tanto em número de páginas por exemplar (de 228 no PNLD 2018 para 160 no PNLD 2021) quanto na limitação da abordagem dos conteúdos de Física, resultado da disputa por espaço com as disciplinas de Biologia e Química dentro do mesmo volume. Essa tendência é corroborada por Bastos, Gonçalves e Cabral Neto (2022), que identificaram uma redução de quase 55% no número de páginas nos livros de Ciências da Natureza do PNLD 2021 em comparação com os livros específicos de Biologia, Física e Química do PNLD 2018.

Esse é um aspecto importante a ser observado nos livros didáticos pois, desde o início do século, há evidências na literatura sobre as visões equivocadas de professores em relação à NdC (Gil-Pérez *et al.*, 2001). Contudo, até hoje, as propostas para inserir a NdC na formação de professores permanecem incipientes e, de certa forma, inéditas (Silva; Martins, 2019). Esse cenário se torna problemático porque, no processo de textualização interna, em que o professor transpõe o saber a ensinar para o saber ensinado, ele pode não reconhecer tais visões como problemáticas, perpetuando assim distorções e equívocos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, buscamos evidenciar a textualização, especificamente com relação à descontextualização, despersonalização e dessincritização sofridas pelo saber a ensinar, a teoria do Big Bang, e os problemas relacionados às visões distorcidas da Natureza da Ciência, sistematizados por Gil-Pérez *et al.* (2001).

Durante a investigação, considerou-se que, embora as coleções analisadas nas duas edições do PNLD demonstrem uma evolução na abordagem de conteúdos da Cosmologia Moderna, como a teoria do Big Bang e a lei de Hubble (Batista *et al.*, 2024) – atendendo às prerrogativas do PNLD quanto aos eixos temáticos estruturantes –, os resultados revelam a persistência da necessidade de uma maior vigilância epistemológica durante o processo de textualização dos saberes. Isso ocorre porque a forma como os livros apresentam esses saberes, marcada pelos processos de descontextualização, despersonalização e dessincritização, carrega, de modo subjacente, imagens distorcidas da NdC. Entre essas visões, destacam-se neste episódio: (c) a visão a-problemática e a-histórica; (e) a visão linear e cumulativa; e (f) a visão individualista e elitista.

A relevância das constatações apresentadas tanto pelos estudos de Nunes e Queiróz (2020) quanto por Batista *et al.* (2024), assim como neste artigo, reforça a tese fundamental de que é necessário aprimorar a textualização dos saberes por meio de uma transposição didática que considere os conceitos de descontextualização, despersonalização e dessincritização como parâmetros que devem ser significativamente minimizados. Em outras palavras, esses parâmetros precisam ser rigorosamente observados, pois funcionam como indicadores claros da possível propagação de visões distorcidas e de imagens positivistas lógicas veiculadas pelos materiais didáticos. Tais visões, por sua vez, são frequentemente compartilhadas por professores, estudantes e até mesmo pelos próprios pesquisadores, perpetuando equívocos e interpretações reducionistas da ciência.

Reforçamos a necessidade de enfatizar que o processo de vigilância epistemológica, nesse empreendimento coletivo, deve ser contínuo permitindo minimizar os três-D. Isso porque a Transposição Didática não é – e não pode ser – condicionada exclusivamente à responsabilidade de autores e editores de livros didáticos. Como destacado por Chevallard (1991), a textualização dos saberes a ensinar, no âmbito da Noosfera, envolve disputas entre

diferentes grupos sociais e seus diversos interesses. Agravando esse cenário, observa-se que, em muitos casos, há uma escassez de fontes históricas sobre as teorias científicas e as propostas presentes na literatura. Essa lacuna dificulta ainda mais a construção de uma abordagem distante da tradicional no processo de transposição didática, reforçando a importância de um esforço coletivo para garantir a qualidade dos materiais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R.; FERRARO, N. G.; PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A.; SOARES, J.; CANTO, E. L. **Moderna Plus: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020.

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 174–188, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9006>. Acesso em: 22 de jan. 2025.

ARTHURY, L. H. M.; PEDUZZI, L. O. Q. A teoria do Big Bang e a natureza da ciência. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Paulo, n. 20, p. 59-90, 15 dez. 2015. Universidade Federal de São Carlos. DOI: <http://dx.doi.org/10.37156/relea/2015.20.059>

BAGDONAS, A. **Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia**. 2015. 266 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.81.2015.tde-14092015-112555>

BAGDONAS, A.; SILVA NETO, C. P. O papel epistêmico da diversidade e as origens metafísicas da teoria do Big Bang: reflexões para a educação científica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 29, p. 1-16, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320230029>

BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.53727/rbhc.v7i2.199>

BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. 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**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 1-14, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0257>

BARCELOS, M.; GUERRA, A. Inovação curricular e física moderna: da prescrição à prática. **Revista Ensaio**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 329-350, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172015170203>

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1997.

BASTOS, K. L.; GONÇALVES, K. M.; CABRAL NETO, J. S. Modelo padrão: uma análise dos livros didáticos do PNLD para identificar conceitos relacionados a física de partículas elementares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 44, p. 1-20, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2022-0153>

BATISTA, C. A. S. **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**. 2020. 482f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

BATISTA, L. P. M.; BATISTA, C. A. S.; THIARA, A. C.; SIQUEIRA, M. Que visões de ciências estão subjacentes na abordagem da Lei de Hubble nos livros didáticos de Física do ensino médio? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 23, n. 3, p. 448-472, 2024. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen23/REEC_23_03_06_ex2181_1043.pdf. Acesso em: 22 de jan. 2025.

BATISTA, L. P. M.; SANTOS, A. C. T.; BATISTA, C. A. S.; SIQUEIRA, M. A teoria cosmológica do Big Bang e a natureza da ciência nos livros didáticos de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 14., Caldas Novas, 2023. **Anais eletrônicos** [...]. Caldas Novas: Realize Editora, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/92992>. Acesso em: 22 de jan. 2025.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora, 1994.

BONJORNO, J. R.; BONJORNO, R. F. S. A.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M.; PRADO, E. P.; CASEMIRO, R. **Física: eletromagnetismo, física moderna**, 3º ano. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino Médio: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 29 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Básica (SEB). **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF, 2006. v. 2. 135 p. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 29 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/download-da-bncc>. Acesso em: 22 de jan. 2025.

BROCKINGTON, G.; SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. **A realidade escondida**: a inserção de conceitos de física quântica e de partículas no ensino médio. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

CARVALHO, P. S. **Textos de divulgação científica em livros didáticos de ciências**: uma análise a partir da transposição didática. 106f. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2017. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/2945>. Acesso em: 22 jan. 2025.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: La Pensée Sauvage, 1991.

FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. **Ser Protagonista**: Física. 3. ed. São Paulo: Editora SM, 2016.

GIL-PÉREZ, D.; FERNÁNDEZ, I.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-7313>

GODOY, L. P.; AGNOLO, R. M. D.; WOLNEY C. M. **Multiversos**: Ciências da natureza: matéria, energia e a vida: Ensino Médio. São Paulo: Editora FTD, 2020.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. São Paulo: Ática, 2016.

KRAGH, H. **Cosmology and controversy**: the historical development of two theories of the universe. New Jersey: Princeton University Press, 1996.

MARTINS, A. F. P. Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em temas e questões. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>

MARTINS, R. **O universo**: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Editora Moderna, 1994.

MORTIMER, E.; HORTA, A.; MATEUS, A.; PANZERA, A.; MUNFORD, D.; GARCIA, E.; FRANCO, L.; MATOS, S. **Matéria, energia e vida**: uma abordagem interdisciplinar: Desafios contemporâneos das juventudes. São Paulo: Scipione, 2020.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.53727/rbhc.v7i1.237>

NUNES, R.; QUEIRÓS, W. P. Visões deformadas sobre a natureza da ciência no conteúdo de relatividade especial em livros didáticos de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 19, n. 2, p. 295-319, 2020. Disponível em: <http://reec.educacioneditora.net/>. Acesso em 20 jan. 2025.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Física contemporânea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 18, n. 3, p. 391-404, 2000. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21689>. Acesso em 20 jan. 2025.

PEDUZZI, L.; RAICIK, A. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 19-55, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p19>

PEREIRA, P. N.; GUERINI, S.; SÁ-SILVA, J. R. Os conteúdos de Física Moderna em livros didáticos de Física do Ensino Médio. **Debates em Educação**, Maceió, v. 11, n. 24, p. 106-124, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2019v11n24p106-124>

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

SANTOS, E. D.; DIAS, T. C. D.; SOUZA, G. M.; LANGHI, R. Os conteúdos de astronomia na Base Nacional Comum Curricular: uma análise a partir das modalidades curriculares. **Vitruvian Cogitationes**, Maringá, v. 3, n. 2, p. 191-201, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/rvc.v3i2.66280>

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 3, p. 735–768, 2019. DOI: <https://10.5007/2175-7941.2019v36n3p735>

SOUZA, G. F.; AZEVEDO FILHO, J. S. Considerações sobre a disponibilidade dos tópicos de Astronomia em livros didáticos de Física do PNLD 2018. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 38, n. 1, p. 66-83, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2021.e73273>

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M. **Física: ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

ZAMBONI, A.; BEZERRA, L. M. **Ser protagonista: Ciências da natureza e suas tecnologias: composição e estrutura dos corpos: Ensino Médio**. São Paulo: Edições SM, 2020.

Submetido em: 31/01/2025

Aprovado em: 23/08/2025

Publicado em: 29/09/2025



Todo o conteúdo deste periódico está sob uma licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), exceto onde está indicado o contrário.