

A COSMOLOGIA E ASTROFÍSICA EM LIVROS DIDÁTICOS APROVADOS NO PNL D 2018 E 2021

Cosmology and Astrophysics in Textbooks approved in the PNL D 2018 and 2021

Daniel S. de Oliveira [daniersouza456@gmail.com]
Lincon Phyerry Maciel Batista [linconphyerry@outlook.com]
Maxwell Siqueira [mrpsiqueira@uesc.br]

Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC
Departamento de Ciências Exatas – Ilhéus – BA, 45662-900

Recebido em: 30/08/2023

Aceito em: 08/12/2023

Resumo

Este trabalho apresenta uma análise da transposição didática da Cosmologia Moderna e Astrofísica nos livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático, PNL D 2018 e PNL D 2021, a partir de três episódios: a lei de Hubble, a teoria cosmológica do Big Bang e a radiação cósmica de fundo. Com esse propósito, alicerça-se na teoria da Transposição Didática de Chevallard, efetuando a operacionalização dos seus conceitos de despersonalização, descontextualização e dessincronização, alinhados com a abordagem metodológica da análise de conteúdo de Bardin. Como resultado, observou-se que a Cosmologia Moderna e Astrofísica ganhou espaço nas coleções entre as duas edições analisadas, contudo seus conteúdos são apresentados de maneira semelhante em ambas as edições em termos de despersonalização, descontextualização e dessincronização. Essas constatações apontam para possíveis imagens distorcidas da natureza da ciência, do trabalho e do conhecimento científico e a necessidade de pesquisas que investiguem essas possíveis relações na inserção da Física Moderna e Contemporânea na educação básica.

Palavras-chave: Cosmologia Moderna e Astrofísica; Transposição Didática; Livro Didático.

Abstract

This work presents an analysis of the didactic transposition of Modern Cosmology and Astrophysics in the textbooks of the National Textbook Program, PNL D 2018 and PNL D 2021, based on three episodes: Hubble's law, the cosmological theory of the Big Bang, and the cosmic background radiation. For this purpose, it is based on Chevallard's theory of Didactic Transposition, operationalizing its concepts of depersonalization, decontextualization, and desynchronization, aligned with the methodological approach of Bardin's content analysis. As a result, it was observed that Modern Cosmology and Astrophysics gained space in the collections between the two analyzed editions; however, their contents are presented similarly in both editions in terms of depersonalization, decontextualization, and desynchronization. These findings point to possible distorted images of the nature of science, work and scientific knowledge and the need for research that investigates these possible relationships in the insertion of Modern and Contemporary Physics in basic education.

Keywords: Modern Cosmology and Astrophysics; Didactic Transposition; Textbooks.

Introdução

As discussões sobre a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de saberes a ensinar, contextuais e condizentes com a realidade do mundo contemporâneo, figura entre as principais justificativas para o desenvolvimento de pesquisas em ensino de física para atualização curricular. Desde os estudos realizados por Terrazzan (1991), diversas investigações apontam para a necessidade de abordar uma física mais condizente com a atualidade das pesquisas, sendo consenso sua potencialidade e relevância. Nesse contexto, surge a demanda incontestável por uma renovação curricular, que inclua, entre outros aspectos, a integração da Física Moderna e Contemporânea (FMC) nos programas de ensino da educação básica (PIETROCOLA; GURGEL, 2017; SILVA; MONTANHA; SIQUEIRA, 2020; THIARA et al., 2022).

Com efeito, o processo de inserção da FMC busca superar a presença marcante dos conhecimentos físicos desenvolvidos entre os séculos XVII e XIX, em detrimento da ciência praticada na contemporaneidade (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). Entre os elementos da FMC destacados pela literatura como essenciais nesse procedimento de renovação, emergem os elementos da Cosmologia Moderna e Astrofísica, pois podem promover uma compreensão crítica histórico-cultural da relação humana com a Terra e o Universo, em termos de suas origens, estrutura e evolução (ARTHURY; PEDUZZI, 2015; BATISTA; PEDUZZI, 2022).

As indagações da Cosmologia Moderna e Astrofísica, que recebem estímulo diário do avanço científico e tecnológico impulsionado pela criação de estações espaciais, sondas, satélites e telescópios como o Hubble e o James Webb, são amplamente divulgadas e despertam interesse dos estudantes para Ciência. Todas as implicações atuais e históricas também possibilitam inserir junto a esses saberes conteúdos metacientíficos, como aspectos da natureza, do trabalho e do conhecimento científico (KRAGH, 1996; FRÓES, 2014; BAGDONAS, 2015). Adjacente à essas razões, a importância desses tópicos também é fundamentada nos mais diversos documentos oficiais que orientam a educação básica no país (BRASIL 2002, 2006, 2018).

Na perspectiva da atualização curricular, o livro didático (LD) assume papel essencial, pois possui alto grau de difusão nas escolas, uma vez que todos os estudantes da rede pública de educação brasileira têm direito e acesso a ele por meio do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). Para além de sua democratização, é importante destacar também que, em muitas ocasiões, o LD é o principal e único recurso para professores e alunos da rede pública, o que influencia diretamente na prática docente em sala de aula (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011; SCHIVANI et al., 2020).

O PNLD é responsável pela garantia e distribuição dos livros didáticos. Segundo o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), na sua edição de 2018, foram entregues 10.813.428 milhões de exemplares de Física para todas as escolas públicas brasileira. Os vultuosos números relacionados aos livros 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 livros para o ensino médio. Segundo Schiavani e colaboradores (2020), os recursos financeiros destinados a esses materiais, provenientes dos cofres públicos, os colocam em local de destaque nas pesquisas. Nessa perspectiva, a observação de Nunes e Queirós (2020, p. 296) ressalta a importância crucial de manter uma vigilância diligente sobre as seguintes indagações: “Será que os livros didáticos aprovados pelo MEC são de qualidade?”.

Após a implementação da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os livros didáticos foram elaborados com o intuito de abranger as competências e habilidades indicadas pela BNCC. Agora, eles foram organizados por áreas, com a Física fazendo parte do campo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Portanto, os materiais didáticos do PNLD 2021 foram revistos à luz da reformulação da BNCC e distribuídos em 7 coleções de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Desta forma, objetiva-se investigar a presença de tópicos de Cosmologia e Astrofísica nos livros didáticos entre os editais do PNLD 2018 e do PNLD 2021. Não obstante, investiga-se também como a Cosmologia e Astrofísica são apresentadas em termos das características da teoria da Transposição Didática, especialmente por meio da despersonalização, descontextualização e dessincretização. Para essa análise, elencou-se três episódios históricos, a partir de Kragh (1996) e Ostermann; Moreira (2000): a lei de Hubble, a teoria cosmológica do Big Bang e radiação cósmica de fundo.

A Teoria da Transposição Didática

O processo de configuração e transformação desses saberes para o contexto escolar é chamado de transposição didática. Esta teoria é entendida como uma ferramenta que possibilita a compreensão dos processos aos quais os saberes são submetidos até se transformarem em objetos de ensino.

Para além de uma ferramenta, a Transposição Didática (TD) pode ser entendida como um instrumento de análise do processo ao qual os saberes são submetidos (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005). Isso porque, a TD pressupõe a existência de três níveis distintos para o saber: o saber sábio, o saber a ensinar e o saber ensinado, de modo 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. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática. (CHEVALLARD, 1991, p.39, tradução nossa).

Assim, compreende-se como saber sábio, o saber que é tomado como referência, que permeia o âmbito acadêmico-científico e é produzido pelos cientistas. Já o saber a ensinar é proveniente do saber sábio e está presente nos livros e materiais didáticos e de divulgação científica, como defendido por Alves Filho (2000). Esse novo saber a ensinar torna-se objeto de ensino dos currículos escolares e de livros didáticos, como resultado da transformação do saber sábio. Nesse sentido, esse novo *status* do saber não é fruto de uma mera simplificação, mas se trata de um conhecimento distinto, que o confere um novo *status* epistemológico (ASTOLFI, 1995).

No entanto, para alcançar essa nova condição epistemológica, esse conhecimento é submetido ao processo de transposição didática externa. Assim, o saber é reorganizado de maneira lógica e a-histórica. Finalmente, o saber ensinado corresponde ao conhecimento que efetivamente chega aos alunos na sala de aula, como um elemento prático do ensino, resultado de transformações conhecidas como transposição didática interna.

Desta forma, o processo da transposição didática externa é responsável pela textualização do saber para os livros e materiais didáticos. Nessa linha de análise, Chevallard (1991) aponta que o saber apresenta 5 atributos, que o transforma e o traz a um novo nicho epistemológico: despersonalização, dessincretização, despersonalização, programabilidade e publicidade. Cada um deles desempenha um papel fundamental na transformação do saber para fins educacionais e na sua efetivação como um saber a ensinar.

Dentre os atributos apontados por Chevallard (1991), destacam-se, para este estudo, os processos de despersonalização, descontextualização e dessincretização, conhecidos como três “Ds”. A despersonalização do saber se refere a não personalização deste, o que Chevallard (1989, p. 24) chama de “exigência de despersonalização”, ou seja, ocorre a desvinculação do conhecimento e seu produtor.

De maneira similar, o processo de descontextualização está ligado a desconexão dos diversos contextos que cercaram o seu desenvolvimento. Isso é evidenciado por conteúdos que são dispostos de maneira a-histórica, apresentados e aplicados de maneira geral, sem qualquer ligação com sua origem. Por fim, a dessincretização está ligada à delimitação de saberes em saberes pontuais. Este

processo retira o saber de seu nicho epistemológico inicial e o seu *status* epistemológico é transposto para a realidade escolar, que possui sua própria epistemologia. “O saber [...] será exilado de suas origens e separado de sua produção histórica na esfera do saber sábio” (CHEVALLARD, 1989, p. 18), de maneira que problemáticas, descontinuidades e erros que estiveram no processo de construção do saber sejam ocultados.

Os diferentes níveis para o saber sugerem grupos sociais distintos que influenciam nos processos de transposição e respondem pela existência deles. “Com elementos comuns ligados ao saber, fazem parte de um ambiente mais amplo, que se interligam, coexistem e se influenciam denominado de noosfera” (ALVES FILHO, 2000, p. 176). Dentro da noosfera estão presentes pesquisadores, educadores, políticos, pais de alunos, autores, políticas públicas, editais e guias de livros didáticos, entre outros, atuando e impactando os conhecimentos que serão incorporados à educação escolar.

Diante do avanço dos conhecimentos em todas as áreas, é pertinente saber se todo conhecimento deve ser transposto para a esfera escolar. Brockington e Pietrocola (2005) destacam que nem todos os saberes produzidos farão parte do cotidiano escolar. Nesse sentido, Chevallard (1991) aponta algumas características relativas à sobrevivência do saber na escolar, o que deve ser levado em consideração na seleção dos saberes definidos como objetos de ensino. Essas características apontam para um saber que seja consensual e atual na comunidade científica, deve ser operacional e permitir a criatividade didática para as demandas escolares.

Metodologia

A presente pesquisa se trata de uma pesquisa qualitativa, fundamentada em algumas características apontadas por Bodgan e Biklen (1994), como a investigação de natureza descritiva, a ênfase nos processos e a construção de forma indutiva dos dados e abstrações concluídos. Para a análise dos livros didáticos de Física do PNLD 2018 e de Ciências da Natureza do PNLD 2021, utiliza-se a Análise de Conteúdo de Bardin (1997).

Assim, foi realizada uma leitura flutuante por todos os exemplares aprovados pelas edições analisadas dos dois editais do PNLD, buscando identificar quais coleções apresentavam tópicos de Cosmologia e Astrofísica Moderna, possibilitando verificar a disponibilidade desses conteúdos nessas coleções. Posteriormente, por meio da operacionalização dos processos da Análise de Conteúdo, investigou-se a forma em que esses conteúdos foram transpostos em termos dos três “Ds” apontados pela teoria da Transposição Didática.

Na etapa de análise dos saberes de Cosmologia e Astrofísica quanto aos três “Ds”, levou-se em consideração três episódios históricos para análise, sendo eles: (a) a lei de Hubble; (b) a teoria cosmológica do Big Bang; (c) a radiação cósmica de fundo. Para fundamentar as discussões, lançou-se mão de fontes históricas primárias e secundárias relacionadas aos episódios destacados, apresentados como parâmetros iniciais para os resultados e discussões (KRAGH, 1996; BAGDONAS, 2011; SKOLISMOSKI, 2014; PEDUZZI; ARTHURY, 2015).

Prosseguindo com esse método, a investigação foi conduzida em doze (12) conjuntos de livros didáticos de física aprovados pelo PNLD 2018, cada um composto por três (3) volumes, e em sete (7) conjuntos de livros didáticos de ciências da natureza aprovados pelo PNLD 2021, abrangendo seis (6) volumes em cada conjunto. Esse processo resultou em um total de setenta e oito (78) materiais didáticos analisados.

Para fins de análise, as doze coleções aprovadas pelo PNLD 2018 foram identificadas com as designações Col.1, Col.2 e assim por diante até Col.12, seguindo a ordem decrescente de distribuição de exemplares. Isso significa que a Col.1 é aquela com o maior número de exemplares distribuídos, enquanto a Col.12 tem o menor número, conforme indicado na (Tabela 1).

Tabela 1: Coleções Didáticas de Física aprovadas pelo PNLD 2018

Código	Livro	Editora	Volumes
Col.1	Física	FTD	3
Col.2	Física aula por aula	FTD	3
Col.3	Ser Protagonista	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	E. do Brasil	3
Col.10	Física: Interação e Tecnologia	Leya	3
Col.11	Compreendendo a Física	Ática	3
Col.12	Física	Ática	3

Do mesmo modo, as seis coleções selecionadas pelo PNLD 2021 são identificadas como CNT 1, CNT 2 e assim por diante até CNT 7, uma vez que são coleções que abordam as Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Esses materiais passaram por uma reorganização de conteúdos, sem uma sequência predeterminada em relação às disciplinas de física, biologia e química. Isso significa que, para o PNLD 2021, não há mais um livro específico voltado apenas para a disciplina de Física. A tabela 2 apresenta as coleções.

Tabela 2: Coleções Didáticas de Ciências da Natureza aprovadas no 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

Por fim, realizou-se as análises dos conteúdos das coleções do PNLD 2018 e PNLD 2021, operacionalizando os conceitos da Transposição Didática, para lançar luz sobre como a abordagem dos episódios, apresentados nos livros de didáticos de física e nos de ciências da natureza e suas tecnologias, está implicada pelo processo de despersonalização, descontextualização, dessincretização desse saber.

Análise dos Dados

Para evidenciar a inclusão dos temas de Cosmologia e Astrofísica nas duas edições analisadas, procurou-se examinar a inserção por meio dos episódios selecionados para análise: (a) a lei de Hubble (LH); (b) a teoria cosmológica do Big Bang (BB); (c) a radiação cósmica de fundo (RCF).

Com isso, constatou-se que, dentre as coleções do PNLD 2018, a LH está presente em 6 coleções, sendo Col. 3, Col. 6, Col. 7, Col. 8, Col. 9 e Col. 12, o que representa metade das obras aprovadas. Já os episódios do BB e RCF estão presentes em 5 coleções: Col. 1, Col. 3, Col. 7, Col. 9, e Col. 12, o que representa menos de 50% dos materiais aprovados. Isso implica que em metade das obras disponibilizadas às escolas no triênio 2018-2020, saberes modernos cruciais para a compreensão da interação humana com o universo, abarcando suas origens, estrutura e evolução, não foram abordados, o que impossibilitou o contato formal dos estudantes com esses tópicos via LD.

Entretanto, os tópicos analisados ganharam espaço no PNLD 2021, um indício de que as orientações dos documentos oficiais para essa temática foram atendidas pelos responsáveis pela produção de LD e critérios de avaliação do PNLD. Desta forma, inferiu-se que a LH e a RCF estão presentes em 6 das 7 obras aprovadas, com exceção da CNT 6 para a LH e da CNT 5 para a RCF. Verificou-se também que o BB foi transposto para todas as coleções aprovadas pelo PNLD 2021. Essas constatações representam um avanço significativo nas discussões relacionadas à atualização curricular com tópicos de Cosmologia Moderna e Astrofísica, embora a física tenha perdido espaço nos LD devido à diminuição da quantidade de páginas para cada área entre os editais analisados.

Posteriormente, ao analisar as coleções à luz dos três 'Ds', percebeu-se que a forma como os saberes foram transpostos para os LD em ambos os editais se assemelha. Para a análise da lei de Hubble, levaram-se em consideração os seguintes tópicos históricos: (a) os trabalhos do astrônomo Vesto Slipher e os redshifts; (b) os modelos de universo de Einstein e de De Sitter, especialmente o efeito De Sitter; (c) a busca por uma relação entre redshift e distância dos corpos celestes por cientistas ao longo do século XX: Ludwik Silberstein, Carl Wirtz, Georges Lemaître, o parceiro de laboratório de Hubble, Milton Humasson, e outros (Kragh, 1996).

As análises iniciais permitiram inferir que a textualização da lei de Hubble nos LD omite, de forma geral, os aspectos históricos acima, de forma que propaga a ideia de um saber construído de imediato, descoberto ou construído por apenas um ou dois cientistas. O trecho a seguir da Col. 7, volume 3, exemplifica esses aspectos.

No final da década de 1920, o astrônomo estadunidense Edwin Hubble (1889 -1953) afirmou que o Universo está em expansão, em todas as direções que observamos. E as velocidades de afastamento são proporcionais às distâncias dos objetos observados (p. 255).

Este exemplo ilustra certas incongruências presentes na abordagem desse episódio histórico. Além da ausência de contexto histórico-cultural, essa descoberta científica é unicamente atribuída ao trabalho de Edwin Hubble, deixando à margem os demais pesquisadores envolvidos. A despersonalização do saber também é evidente na mesma proporção em Col. 3, Col. 6 e Col. 8. Todavia, nem todas as coleções descontextualizam o episódio e creditam a descoberta à Hubble em mesmo grau. Por exemplo, a Col. 9 e Col. 12 aborda outros cientistas e contextualiza, mesmo que de forma simbólica, os trabalhos de Vesto Slipher e Humasson.

O conceito de descontextualização aparece de forma clara nas coleções Col. 6, Col. 7, Col. 8 e Col. 12. O trecho acima também ilustra de maneira prática este atributo: apresenta Hubble como investigador desde 1921, desconsiderando o contexto histórico em que ele estava inserido, os pressupostos teóricos que envolviam a busca pela relação redshift-distância das nebulosas e a busca pelos mais diversos cientistas por esta relação. Essas características acabam também incorrendo no conceito de dessincretização do saber, pois ocultam as problemáticas que deram origem a construção deste conhecimento.

No que tange aos livros selecionados pelo PNLD 2021, é perceptível que a questão da despersonalização permanece proeminente. Tal constatação se baseia no fato de que, dentre as sete coleções que abordam o tema da LH, quatro delas conferem o crédito de forma exclusiva a Hubble (CNT 2, CNT 3, CNT 4, CNT 7), exemplificado por um trecho extraído da Coleção CNT 2: “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” (vol. 6, p. 102). Apresentá-lo como o único responsável pela construção da lei é um equívoco histórico, uma vez que ele não foi o único cientista que buscou essa relação e tinha uma abordagem cautelosa em relação às ideias expansionistas (BAGDONAS, ZANETIC, GURGEL, 2017).

Para contextualização histórica do BB, levaram-se em consideração os seguintes aspectos: (a) a descoberta da lei de Hubble (KRAGH, 1996); (b) a unificação das ideias construídas com as observações experimentais por George Lemaître, o que ficou conhecido como teoria do átomo primordial, dando destaque para ideias expansionistas (BAGDONAS, 2011); (c) as pesquisas de George Gamow e seus colaboradores, Ralph Alpher e Robert Herman, que buscaram descrever os estágios iniciais da evolução do universo através da Física de Partículas e altas energias (SKOLISMOSKI, 2014); (d) a teoria do estado estacionário (TEE) proposta por Hermann Bondi, Thomas Gold e Fred Hoyle (PEDUZZI; ARTHURY, 2015).

No levantamento realizado no PNLD de 2018, torna-se evidente a notável prevalência do conceito de despersonalização do saber. Essa característica manifesta-se de diversas maneiras, incluindo a omissão dos trabalhos pioneiros de Lemaître, dos cientistas Alpher e Hermann, bem como dos defensores da TEE. Desse modo, nas coleções Col. 1, Col. 3, Col. 7 e Col. 9 observa-se uma atribuição predominante dos méritos históricos a Gamow. No que diz respeito à abordagem da TEE, essa é apresentada somente nas coleções Col. 1 e Col. 3. Por outro lado, nas coleções Col. 1 e Col. 7, encontram-se as contribuições de Lemaître. O trecho subsequente ilustra essas observações.

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 (COL. 3, vol. 3, p. 260).

É perceptível que há inconsistências históricas nestes trechos, o que evidencia um saber despersonalizado de forma parcial nas coleções, abordando alguns cientistas e ocultando outros. Para além da despersonalização, os fragmentos apontam para episódios descontextualizados, ocultando os tópicos apontados para análise. Em algumas coleções, existe a preocupação de abordar aspectos históricos. No entanto, elas se limitam a apresentá-los sem explorar o significado deles para a construção do conhecimento. Um exemplo ilustrativo disso encontra-se no trecho da Col. 12. Nesse contexto, para contextualização do saber é relevante questionar o impacto da Segunda Guerra Mundial no avanço da física de partículas e como esse avanço, por sua vez, contribuiu para moldar o desenvolvimento da cosmologia, o que não é discutido pelas coleções.

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 [...] (COL. 12, vol. 3, p. 267).

Nos livros didáticos do PNLD de 2021, é notório que a tendência de despersonalização persiste na textualização da teoria. Essa característica se destaca especialmente nos LD que se concentram exclusivamente em Gamow, deixando em segundo plano as contribuições de Alpher e Hermann, que ficam ocultas, como nas coleções CNT 6, CNT 5 e CNT 7. Enquanto nas coleções CNT 1, CNT 2 e CNT 6 todos os cientistas são omitidos, como observado no trecho da CNT 6 a seguir.

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 [...] (CNT 6, vol. 4, 2020, p. 15).

Além de observar a despersonalização total do episódio na coleção CNT 6, também é destacada a falta de contexto histórico, apresentando o conhecimento de forma isolada de suas origens históricas. Isso é evidente na apresentação da teoria do Big Bang nas coleções CNT 1 e CNT 2. No entanto, há diferenças nas abordagens em outras coleções, CNT 3, CNT 4, CNT 5 e CNT 7, que introduzem alguns elementos históricos na apresentação da teoria. Um exemplo é a menção à teoria de Lemaître nas coleções CNT 3 e CNT 5. Além disso, algumas coleções, CNT 2, CNT 5 e CNT 7, exploram a origem do termo "Big Bang" como uma tentativa de Fred Hoyle de ridicularizar a teoria, assim como a teoria do estado estacionário e a lei de Hubble, que é mais proeminente na 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 [...] 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 (que significa grande explosão e é dicionarizado em português como bigue-bangue) para o evento que teria originado, em um passado extremamente remoto, o Universo e o início de sua expansão (vol. 4, p. 85).

Para a RCF, levaram-se em consideração os seguintes tópicos para a análise: o grupo de pesquisa liderado por Robert Dicke no desenvolvimento de uma antena para detectar RCF que, com os cálculos atualizados, deveria se apresentar como uma radiação na faixa de micro-ondas em torno de 3K de Temperatura, e não 5K, como previa o Big Bang; e a detecção dessa radiação por dois astrônomos, Arno Penzias e Robert Wilson, trabalhando com antenas desenvolvidas pelos laboratórios Bell para comunicação via satélite detectaram um excesso de ruído em seus equipamentos provenientes de todas as direções (ARTHURY; PEDUZZI, 2015).

Nas coleções aprovadas pelo PNLD 2018, este saber é apresentado logo em seguida da teoria do Big Bang, como a maior evidência experimental da teoria até aquele momento. De forma semelhante aos outros episódios, este saber carrega a despersonalização parcial em todas as coleções. Das 5 obras, 4 apresentam apenas os astrônomos Arno Penzias e Robert Wilson como os responsáveis pela detecção da RCF, omitindo os trabalhos do grupo de pesquisa liderado por Robert Dicke e suas previsões para essa radiação. As coleções também destacam esses cientistas pelo ganho do prêmio Nobel em 1978, e. g.: “A descoberta dessa radiação rendeu, em 1978, o prêmio Nobel a Penzias e Wilson” (COL. 3, vol. 3, p. 260). A Col. 12 é a única que apresenta o grupo de pesquisa de Dicke, contudo oculta como a detecção do ruído ocorreu, omitindo assim os astrônomos Penzias e Wilson.

Seguindo essa ideia, em 1960, Robert Henry Dicke e Phillip James Edwin Peebles consideraram a radiação emitida por esse “corpo opaco” – a chamada radiação de corpo negro do Universo [...] Os procedimentos experimentais verificaram não só a existência de radiação que provinha de maneira praticamente uniforme de todas as direções, como também que ela correspondia exatamente à radiação de um corpo negro a 2,7 K... (COL. 12, vol. 3, p. 267)

De forma semelhante, as coleções do PNLD 2021 atribuem, em sua maioria, os créditos da descoberta apenas a Penzias e Wilson. Este é o caso das coleções CNT 2, CNT 3, CNT 4 e CNT 7. A coleção CNT 2, os apresentando apenas na legenda da foto deles. A CNT 4 aponta para a colaboração de outros pesquisadores, fazendo alusão ao grupo de pesquisa de Robert Dicke.

Em 1965, quando trabalhavam na companhia ATT-Bell Laboratories, os pesquisadores Arno Penzias (1933-) e Robert Wilson (1941-) (figura 2.52) tiveram dificuldade em eliminar um ruído captado por antenas que seriam destinadas à comunicação por micro-ondas em radares. Inicialmente, eles acreditaram que as antenas estavam com defeito, porém, após entrar em contato com trabalhos de pesquisadores que tentavam entender a expansão do Universo, associaram o ruído de micro-ondas captado ao eco de uma grande explosão [...] (CNT 4, vol. 1, p. 89).

Destacam-se negativamente para o episódio da RCF, as coleções CNT 1 e CNT 6, por não apresentarem contexto histórico ou apresentação dos cientistas envolvidos. Esta característica acaba por trazer um episódio descontextualizado e despersonalizado. A coleção CNT 6, por exemplo, aborda este saber em um “box saiba mais”, de forma que evidencia os processos da textualização em questão: “A radiação cósmica de fundo é uma forma de radiação eletromagnética que preenche todo o Universo, e se formou quando este tinha 380 mil anos de idade. É uma prova de que o Universo no passado era mais denso e quente do que é hoje (CNT 6, vol. 4, p. 15).

Os aspectos de despersonalização e descontextualização, presentes em todos os episódios analisados nas duas edições do PNLD de 2018 e 2021, também trouxeram o aspecto da dessincretização para os livros. Esse fato ocorre porque os processos de textualização acontecem em conjunto, as denominações servem para identificá-los de forma clara (RICARDO, 2020). Ou seja, quando encontramos episódios descontextualizados e despersonalizados, reduzindo-os apenas ao conceito, sua forma matemática, sem as problemáticas dos contextos históricos que lhe deram origem, ocorre a dessincretização.

Com esses pontos, pôde-se perceber que os livros didáticos do PNLD de 2021 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias se aproximam muito da maneira como os livros de física apresentavam a Cosmologia Moderna e Astrofísica no edital de 2018 do PNLD, mesmo com a mudança da perspectiva dos LD e as orientações das pesquisas. Vale destacar que os LD do PNLD de 2018 poderiam possuir até 288 páginas, segundo seu edital, sendo as obras separadas por disciplinas, enquanto os de 2021, possuem limite de 160, sendo divididos para química, biologia e física, assim, com essa mudança, há uma redução considerável de páginas destinadas às áreas de conhecimento.

Segundo Ricardo (2020), quando um conhecimento é retirado de seu contexto histórico e reintroduzido em um contexto discursivo para fins educacionais, a descontextualização resulta na separação das conexões entre as questões e problemas que conferem um sentido completo a esse conhecimento. Em linha com essa ideia, Civiero (2009) enfatiza a importância da vigilância epistemológica para prevenir distorções durante a transposição do conhecimento, evitando a descaracterização do conhecimento original e a subsequente apresentação de um ensino fragmentado e distante de suas origens. Essas distorções, por sua vez, podem criar obstáculos para o processo de aprendizagem. Portanto, pouca atenção ao exercício da vigilância epistemológica, conforme destacado por Ricardo (2020), pode levar a concepções inadequadas sobre a natureza, o trabalho e o conhecimento científico, como as identificadas por Gil-Pérez et al. (2001).

Considerações Finais

Neste artigo, procurou-se investigar o processo de textualização da Cosmologia Moderna e Astrofísica para os livros didáticos de física e ciências da natureza de dois editais do PNLD. Para isso, utilizou-se dos conceitos da teoria da Transposição Didática – despersonalização, descontextualização e dessincretização – em três episódios, a lei de Hubble, a teoria cosmológica do Big Bang e a Radiação Cósmica de Fundo. Adjacente a isso, pôde-se constatar que a Cosmologia Moderna e Astrofísica ganhou mais destaque na edição do PNLD de 2021, em detrimento a edição de 2018, o que pode ser

um indicativo de que as orientações direcionadas à conteúdos cosmológicos foram adotados pelos produtores dos LD, e que possivelmente a ausência de muito conteúdo da Cosmologia e Astrofísica nas coleções do PNLD 2018 foi superado (SOUZA; AZEVEDO FILHO, 2021).

No que tange à textualização dos saberes, encontrou-se indícios dos processos de descontextualização, despersonalização e dessincronização em todas as obras que apresentam o conteúdo das duas edições analisadas, as quais ocultam fatores históricos, cientistas envolvidos no processo de construção do saber e as problemáticas que justificam as buscas pela relação. Acredita-se que esses fatores poderiam fornecer discussões epistemológicas e ser de grande valor para formação dos que têm acesso a esses conhecimentos.

Essas características podem trazer visões deformadas sobre a natureza, o trabalho e o conhecimento científico, como apontado por Ricardo (2020). Assim, com a perspectiva das mudanças dos LD, essas características justificam a necessidade de investigações que visem entender se a transposição desses conteúdos pode propiciar imagens inadequadas sobre a ciência. Para além dessa possibilidade, chama-se a atenção para os responsáveis pela produção dos LD, a noosfera – os autores, editoras, documentos oficiais, políticos, entre outros – para uma maior cautela quanto ao exercício da vigilância epistemológica desses conhecimentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio da CNPq, pelas bolsas concedidas ao projeto.

Referências Bibliográficas

- ALves Filho, J. P. (2000). Regras da Transposição didática aplicadas ao Laboratório Didático. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 17, (2), 174-188.
- Arthury, L. H. M., e Peduzzi, L. O. Q. (2015). A Teoria do Big Bang e a natureza da ciência. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 20, 59–90.
- Astolfi, J. P.; Develay, M. (1995). A didática da ciência. Campinas: Papirus.
- Bardin, L. (1991). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bagdonas, A. B., Zanetic, J., e 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.
- 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.
- Batista, C. A. S., E Peduzzi, L. O. Q. (2022). 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.
- Bodgan, R. C.; Biklem, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em Educação*. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora.
- Brockington, G., Pietrocola, M. (2005) Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? *Investigações em Ensino de Ciências* – 10 (3), 387-404.

- Chevallard, Y. (1991). *La Transposición Didáctica: Del saber sábio al saber enseñado*. 1ª ed. Argentina: La Pensée Sauvage.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A. P., e Pernambuco, M. M. C. A. (2011). *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. 4. ed. São Paulo: Cortez.
- Fróes, A, L, D. (2014). Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36, 3504.
- Kragh, H. S. (1996). *Cosmology and Controversy: the historical development of two theories of the universe*. New Jersey: Princeton University Press.
- Ministério da Educação Brasil. Base Nacional Comum Curricular. Em: basenacionalcomum.mec.gov.br. 2018
- Ministério da Educação Brasil. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. 2006
- Ministério da Educação Brasil. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. 2002
- Nunes, R. C., E 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.
- 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*, Barcelona: 18 (3), 391-404.
- Pietrocola, M., E Gurgel, I. (2017). *Crossing the Border of the Traditional Science Curriculum Innovative Teaching and Learning in Basic Science Education*. Roterdã: Sensepublisher.
- SchivanI, M., Souza, G. F., E Lira, N. N. A. (2020). Programa Nacional do Livro Didático de Física: subsídios para pesquisas. *Revista Brasileira De Ensino De Física*, 42, 1-10.
- Silva, Y.A.R.; Montanha, L.; Siqueira, M. (2020). Aceleradores e detectores de partículas no ensino médio: uma sequência de ensino-aprendizagem. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. 37 (2), 1-31.
- Terrazan, E. A. (1992). A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis, 9 (3), 209-214.
- Thiara, A.C. et al. (2022). Transposição Didática: A radiação do corpo negro nos livros didáticos do PNLD 2018. *Latin American Journal of Physics*, 16 (1), 121-133.