

# OS CONSTRANGIMENTOS DIDÁTICOS NA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DA TEORIA DO *BIG BANG* NO LIVRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

## THE DIDACTIC CONSTRAINTS IN THE DIDACTIC TRANSPOSITION OF THE BIG BANG THEORY IN THE NATURAL SCIENCE TEXTBOOK

Gabriel Luiz Nalon Macedo<sup>1</sup>, Luciano Carvalhais Gomes<sup>2</sup>, Telma Augusta Diniz<sup>3</sup>, Michel Corci Batista<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, e-mail: [gabrielnalonmacedo@hotmail.com](mailto:gabrielnalonmacedo@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá, e-mail: [lcgomes2@uem.br](mailto:lcgomes2@uem.br)

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Maringá, e-mail: [teaudin@gmail.com](mailto:teaudin@gmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CM), e-mail: [profcorci@gmail.com](mailto:profcorci@gmail.com)

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo identificar os constrangimentos didáticos que emergem durante a transposição didática da Teoria do *Big Bang* no livro didático de Ciências da Natureza utilizado nas escolas públicas do Paraná, bem como analisar o uso da vigilância epistemológica por parte dos autores da obra. Para isso, foi realizada uma pesquisa qualitativa, utilizando como *corpus* o volume *Origens* da coleção *Multiversos – Ciências da Natureza*, aprovada pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático de 2021. A análise foi orientada pelos constrangimentos didáticos propostos por Chevallard: descontextualização, despersonalização, dessincretização, programabilidade e publicidade do saber, além da vigilância epistemológica. Os resultados apontam que os constrangimentos mais recorrentes foram a dessincretização, a despersonalização e a descontextualização, manifestando-se na omissão de aspectos essenciais, na desconexão do conhecimento em relação às figuras históricas que o desenvolveram e na ausência de questionamentos sobre o contexto em que a teoria foi formulada. As reflexões trazidas também revelam fragilidades na prática da vigilância epistemológica, indicando a necessidade de maior atenção por parte dos autores que elaboram materiais didáticos. Conclui-se que a mitigação dos constrangimentos didáticos é fundamental para assegurar uma transposição didática mais contextualizada historicamente, socialmente e epistemologicamente, assegurando um saber menos simplificado e mais próximo o possível de sua origem.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências; Educação em Astronomia; Cosmologia; Universo

**Abstract:** This study aims to identify the didactic constraints that emerge during the didactic transposition of the Big Bang Theory in the Natural Science textbook used in public schools in Paraná, as well as to analyze the use of epistemological vigilance by the authors of the textbook. A qualitative research was conducted, using as corpus the "Origins" volume from the *Multiversos collection – Natural Sciences*, approved by the National Textbook and Materials Program of 2021. The analysis was guided by the didactic constraints proposed by Chevallard: decontextualization, depersonalization, desyncretization, programmability, and publicity of knowledge, in addition to epistemological vigilance. The results indicate that the most recurring constraints were desyncretization, depersonalization, and decontextualization, manifested through the omission of essential aspects, the disconnection of knowledge from the historical figures who developed it, and the absence of questioning regarding the context in which the theory was formulated. The reflections also reveal weaknesses in the practice of epistemological vigilance, pointing to the need for greater attention from authors who develop educational materials. It is concluded that mitigating didactic constraints is essential to ensure

a more historically, socially, and epistemologically contextualized didactic transposition, ensuring knowledge that is less simplified and as close as possible to its original form.

**Keywords:** Science Education; Astronomy Education; Cosmology; Universe.

## INTRODUÇÃO

A transposição didática, enquanto mecanismo de transformação do saber científico em saber escolar, não é um processo neutro ou desprovido de tensões. Ao contrário, é atravessada por constrangimentos didáticos que, segundo Chevallard (1991), emergem da necessidade de adaptar o conhecimento às demandas pedagógicas, curriculares e institucionais. Nesse cenário, o livro didático assume um papel central, materializando escolhas que oscilam entre a fidelidade ao Saber Sábio e as exigências do contexto escolar. No Brasil, onde políticas como o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) consolidam a hegemonia desse recurso, essa dinâmica ganha contornos críticos: a recontextualização do saber científico frequentemente implica simplificações, omissões e reorganizações que alteram sua natureza epistemológica e histórica.

A Teoria do *Big Bang*, por sua complexidade teórica e intrínseca relação com debates cosmológicos, exemplifica os desafios dessa transposição. Quando transformada em conteúdo escolar, sua abordagem tende a ser reduzida a explicações lineares, desvinculadas das controvérsias históricas e dos processos de construção coletiva que a caracterizam. Tal análise visa compreender como se dá a transposição didática desse saber científico de fronteira, à luz dos constrangimentos didáticos descritos por Chevallard (1991) e da necessária vigilância epistemológica. É nesse contexto que se insere a questão central deste estudo: *quais constrangimentos didáticos emergem no processo de transposição didática da Teoria do Big Bang no livro de Ciências da Natureza utilizado nas escolas públicas do Paraná, e como se manifesta a vigilância epistemológica por parte dos autores da obra?*

Para responder a essa problemática, analisamos o volume *Origens* da coleção *Multiversos – Ciências da Natureza*, adotado nas escolas públicas paranaense. A escolha desse material justifica-se não apenas por sua predominância no estado, mas também por sua estruturação curricular, que unifica Física, Química e Biologia sob as diretrizes estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Partindo de uma abordagem qualitativa, identificamos como os constrangimentos se materializam na apresentação da Teoria do *Big Bang*, avaliando simultaneamente a presença (ou ausência) da vigilância epistemológica para preservar, na medida do possível, a integridade do saber original.

Este trabalho busca, assim, contribuir para reflexões críticas sobre a elaboração de materiais didáticos, destacando a urgência de práticas que equilibrem acessibilidade pedagógica e rigor científico. Ao focalizar um tema de fronteira como o *Big Bang*, reforça-se a necessidade de transposições que não apenas informem, mas também cultivem uma compreensão contextualizada e crítica da ciência – condição essencial para a formação de estudantes capazes de interrogar as narrativas que lhes são apresentadas.

## A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA E OS CONSTRANGIMENTOS DIDÁTICOS

A textualização do saber – a reorganização do conhecimento em estruturas didáticas – constitui um dos processos fundamentais da transposição didática, conforme discutido por Chevallard (1991). Esse processo implica a reorganização do

Saber Sábio em uma estrutura que possa ser ensinada, transformando-o em Saber a Ensinar e, posteriormente, em Saber Ensinado. Entretanto, essa adaptação impõe inevitavelmente certas reduções e restrições ao conhecimento original, resultando no surgimento dos chamados constrangimentos didáticos (Macedo; Gomes, 2024a). Esses constrangimentos são descritos por Chevallard (1991) como *descontextualização, despersonalização, dessincretização, programabilidade e publicidade do saber*.

A *descontextualização* ocorre quando o conhecimento é removido das problemáticas originais que lhe conferem sentido, resultando em uma apresentação mais abstrata e generalizada do saber. Esse processo pode levar à perda da compreensão histórica e epistemológica do conhecimento, mascarando sua relação com os problemas que o originaram. De acordo com o autor:

O efeito de delimitação também produz – fato essencial do ponto de vista epistemológico – a descontextualização do saber, sua retirada das redes de problemáticas e de problemas que lhe dão o seu sentido completo, ruptura do jogo intersetorial constitutivo do saber no seu movimento de criação e de realização (Chevallard, 1991, p. 71, tradução nossa).

A *despersonalização*, por sua vez, dissocia o conhecimento de seus produtores, transformando-o em um discurso impersonal e objetivo. Conforme destaca Sousa (2009), essa separação entre sujeito e saber reforça a ideia de que o conhecimento é um produto acabado, sem revelar o processo de sua construção. Ao discutir esse constrangimento, Chevallard (1991, p. 71, tradução nossa) afirma que:

A textualização realiza, em segundo lugar, a dissociação entre o pensamento, na medida em que é expresso como subjetividade, e suas produções discursivas: o sujeito é expulso de suas produções; o saber é então submetido a uma transformação no sentido de despersonalização.

Por sua vez, a *dessincretização* implica a fragmentação do Saber Sábio em saberes parciais, estabelecendo fronteiras clara do conhecimento a ser ensinado. Esse processo pode resultar na exclusão de aspectos fundamentais para a compreensão do saber, uma vez que existe uma diferença entre aquilo que recebe destaque no discurso e é abordado diretamente na discussão sobre o conhecimento científico e aquilo que, embora seja fundamental para a construção desse conhecimento, não é incluído como parte do conteúdo ensinado e, portanto, omitido no Saber a Ensinar (Anhorn, 2003; Macedo, 2023). Chevallard, ao discutir esse constrangimento didático diz que:

Em particular, o processo [de dessincretização] introduz uma diferenciação entre o que pertence propriamente ao campo delimitado [...] e o que, implicitamente (mas realmente) presente [...], não se identifica formalmente como tal [...]. Esse processo produz ainda uma diferenciação entre aquilo que, presente no próprio texto, constitui o objeto de seu discurso [...] e aquilo que, sendo necessário para a construção do texto, não é o seu objetivo (Chevallard, 1991, p. 69, tradução nossa).

Já a *programabilidade* refere-se à necessidade de organizar o ensino de maneira sequencial e estruturada. Segundo Chevallard (1991), um texto, como um livro didático, funciona como um orientador para a evolução do conhecimento. Em outras palavras, o material didático elaborado define um ponto de partida e um término temporário, apresentando uma organização lógica de ideias que os alunos devem acompanhar durante o estudo do tema, o que pode levar à falsa impressão de que o conhecimento científico é construído de forma linear e progressiva (Martins, 2020).

Ao abordar a *publicidade do saber*, Chevallard (1991) afirma que esse constrangimento decorre da objetificação do conhecimento ao ser textualizado, tornando-o acessível a um público mais amplo e passível de controle social. No entanto, essa publicidade pode levar a simplificações excessivas do saber, promovendo uma compreensão superficial e descontextualizada.

Diante desses desafios, Chevallard (1991) propõe o conceito de *vigilância epistemológica* como uma estratégia para minimizar os impactos negativos desses constrangimentos didáticos. A *vigilância epistemológica* exige uma postura crítica em relação à transformação do saber, permitindo identificar simplificações e distorções que possam comprometer sua integridade (Chevallard, 1991; Ricardo, 2020).

Assim, a *vigilância epistemológica* permite questionar a aparente neutralidade do Saber a Ensinar e do Saber Ensinado, promovendo uma reflexão crítica sobre o que foi perdido ou transformado no processo de transposição didática. Para Chevallard (1991), a prática da *vigilância epistemológica* possibilita que todos os envolvidos no processo de transposição, tome distância, interogue as evidências, coloque em questão as ideias simples, se desprenda da familiaridade enganosa de seu objeto de estudo. Ao exercer essa vigilância, professores, pesquisadores e elaboradores de materiais didáticos podem garantir uma representação mais fiel e significativa do conhecimento científico no contexto escolar (Pereira; Paiva; Freitas, 2016).

## METODOLOGIA

Considerando as características metodológicas assumidas neste estudo, a investigação pode ser classificada como qualitativa. Segundo Minayo (2001, p. 22-23), a pesquisa qualitativa está associada ao “[...] universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que correspondem a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis”. À luz desse entendimento, o processo de transposição didática da Teoria do *Big Bang* configura-se como um fenômeno complexo, atravessado por distintas concepções, valores e posicionamentos dos autores dos livros didáticos, o que justifica sua análise sob uma abordagem qualitativa.

Para conduzir a análise do livro didático selecionado e responder à questão de pesquisa proposta, direcionamos o foco à identificação dos cinco constrangimentos didáticos e à forma como os autores da obra mobilizaram, ou não, a vigilância epistemológica com vistas a mitigar os impactos decorrentes desses constrangimentos. Com base nesses pressupostos teórico-metodológicos, foram extraídas passagens do material didático que apresentavam relação direta com os constrangimentos e/ou evidenciavam indícios de exercício da vigilância epistemológica por parte dos elaboradores do livro. Ressalta-se que um mesmo excerto pode ser associado a mais de um elemento simultaneamente, dada a natureza complexa desses constrangimentos. O Quadro 1 apresenta uma síntese das principais características desses elementos analisados nos excertos.

**Quadro 01:** Elementos e suas respectivas características

Elementos	Características
Descontextualização	Desvinculação do saber do contexto histórico ao qual foi desenvolvido; remoção do saber de sua rede de problemas;

Despersonalização	Separação do saber de qualquer contexto pessoal; atribuição de aspectos que não relacionam o saber com o seu elaborador;
Dessincretização	Fragmentação do conteúdo; omissão de informações; distinção do que faz parte e do que não faz parte de determinado campo de saber;
Programabilidade	Organização do conteúdo de maneira progressiva e racional; visão linear e acumulativa;
Publicidade do saber	Objetificação do saber para torná-lo público e acessível; simplificações excessivas;
Vigilância epistemológica	Olhar crítico e atento sobre a transposição entre o Saber Sábio e o Saber a Ensinar; identificar a inadequação entre o Saber Sábio e o Saber a Ensinar; naturalizar o objeto de ensino diminuindo as diferenças que ele sofreu no processo de transposição didática; ligação genuína e crítica com o Saber Sábio, prevenindo distorções e inadequações;

Fonte: Adaptado de Macedo e Gomes, 2024b.

No que concerne ao livro didático selecionado, cabe destacar que esse material foi aprovado no âmbito do PNLD de 2021, cujos editais foram guiados por diversos documentos normativos, sendo a BNCC um dos principais referenciais orientadores. Como consequência desse processo de aprovação, sete coleções didáticas foram aprovadas, cada uma composta por seis volumes. No estado do Paraná, diante das sete opções disponíveis, os professores da rede pública estadual optaram majoritariamente pela coleção *Multiversos – Ciências da Natureza*, consolidando-a como o livro didático presente nas escolas ao longo do quadriênio 2022 – 2025 (Vieira et al., 2024).

Nesse sentido, ao realizar leituras preliminares dos seis volumes que compõem a coleção *Multiversos*, identificou-se que o volume intitulado *Origens* dedica-se especificamente à apresentação e discussão da Teoria do *Big Bang*. Por essa razão, esse volume foi selecionado como *corpus* para a presente análise, conforme apresentado no Quadro 2.

**Quadro 02:** Livro didático analisado

Nosso Código	Título da Coleção	Título e código do volume selecionado	Autores	Editora
LD	Multiversos – Ciências da Natureza	Multiversos – Ciências da natureza – Origens: Ensino Médio Código: 0221P21203136IL	Godoy, Agnolo y Melo (2020)	FTD S.A.

Fonte: Autores, 2025.

## ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO

A partir da análise do livro didático apresentado no Quadro 2, observa-se que a Teoria do *Big Bang* é discutida na Unidade 1, Tema 1, intitulada *Formação e estrutura do Universo*. Logo no início da discussão, os autores do livro didático trazem a seguinte afirmação:

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* (LD, 2020, p. 13).

No excerto podemos identificar ao menos dois constrangimentos didáticos: a *dessincretização* e a *despersonalização*. A *dessincretização* emerge pelo fato de os autores afirmarem que o Universo se originou após uma explosão, omitindo que se trata, na verdade, da expansão do próprio espaço-tempo. O que sinaliza a falta de *vigilância epistemológica* para atenuar o impacto desse constrangimento, uma vez que não se problematiza o fato de não se tratar de uma explosão convencional de matéria em um espaço vazio, o que pode conduzir a concepções alternativas equivocadas, como sugere Mesquita (2017). Já a *despersonalização* se manifesta pelo fato de os autores não mencionarem que o termo *Big Bang* foi proposto pelo astrônomo Fred Hoyle, com o objetivo de ridicularizar a ideia expansionista de Universo, visto que Hoyle defendia a Teoria do Estado Estacionário (Videira; Vieira, 2023). Essa omissão, mais uma vez, indica a falta de *vigilância epistemológica* por parte dos autores do livro didático.

Em outro trecho, a *dessincretização* reaparece, desta vez pela omissão de informações importantes. Os autores afirmam que: “A partir da liberação gigantesca de energia originada no núcleo desse ponto, o Universo passou a se expandir [...]” (LD, 2020, p. 13). A descrição de um “*núcleo desse ponto*” pode levar à interpretação equivocada de que o *Big Bang* ocorreu em um local específico do espaço. No entanto, de acordo com a teoria, ele ocorreu simultaneamente em toda a região do espaço, uma vez que o próprio espaço-tempo estava surgindo.

Na sequência, os autores afirmam ainda que: “desde o *Big Bang*, o Universo continua a se expandir com velocidade de 270.000 km/s” (LD, 2020, p. 13). Tal afirmação caracteriza novamente o constrangimento didático da *dessincretização*, pois a expansão do Universo não ocorre com uma velocidade fixa. O valor de 270.000 km/s pode ser próximo da velocidade de recessão de algumas galáxias muito distantes, mas isso não significa que a expansão do Universo ocorra a essa taxa (Waga, 2000). Essa informação é essencial para compreender que tal valor depende da velocidade de recessão das galáxias observadas, mas não foi considerada no processo de transposição didática, contribuindo para a *dessincretização*.

Ao dar continuidade à discussão, os autores apresentam um esquema temporal de eventos ocorridos após o *Big Bang* e descrevem superficialmente alguns períodos importantes do estágio evolutivo do Universo. Por fim, o Tema 1 é encerrado com a apresentação e caracterização de algumas estruturas do Universo, como a Terra, o Sistema Solar e a nossa galáxia.

De forma geral, podemos identificar ainda outros constrangimentos didáticos que emergem durante a transposição didática da Teoria do *Big Bang* para o livro didático em análise. A *descontextualização* se manifesta na medida em que a abordagem apresentada se limita à exposição da teoria, desconsiderando completamente elementos de natureza histórica. Tal postura resulta em um processo de *descontextualização*, pois transpõe uma concepção de ciência desprovida de problematizações e alheia ao seu desenvolvimento histórico, ou seja, uma visão a-histórica e a-problemática. Essa evidência vai ao encontro da pesquisa de Batista et al. (2023), que também identificou esse constrangimento durante a transposição da Teoria do *Big Bang* nos livros didáticos do PNLD de 2018 pelo mesmo motivo.

Dessa forma, constata-se novamente a ausência da *vigilância epistemológica* necessária por parte dos autores do livro didático para mitigar os efeitos da *descontextualização*. No mínimo, os autores poderiam ter discutido algumas das problemáticas que impulsionaram a formulação da Teoria do *Big Bang*, como, por

exemplo, os resultados obtidos por meio das equações da Relatividade Geral de Einstein, que previam um Universo em expansão ou contração, e as interpretações de Edwin Hubble sobre o desvio para o vermelho (Assis; Neves; Soares, 2008).

Outro indício de *despersonalização* é o fato de que, em nenhum momento do texto apresentado no Tema 1 do livro, são mencionados os cientistas que contribuíram para o desenvolvimento da Teoria do *Big Bang*. Nomes como Georges Lemaître, Alexander Friedmann, George Gamow, Ralph Alpher, Robert Herman, entre outros, não são citados. Essa constatação também é identificada nos livros do PNLD de 2018, segundo o trabalho de Batista *et al.* (2023), o que pode indicar que os livros didáticos vêm perpetuando esses constrangimentos didáticos sem o devido exercício da *vigilância epistemológica* para mitigá-los.

No que diz respeito ao constrangimento didático da *programabilidade*, ele não se manifesta fortemente durante a transposição, em função da forma como os autores apresentam a teoria. Não se textualiza uma ordem lógica e racional de acontecimentos que levaram à formulação da teoria, como, por exemplo, a Lei de Hubble. A Teoria do *Big Bang* é apresentada diretamente ao aluno-leitor. No entanto, é importante ressaltar que apresentar uma ordem cronológica de fatos prontos e acabados também não é recomendável, pois a *programabilidade*, na maioria das vezes, induz ou reforça a concepção de que os conhecimentos científicos são construídos de forma linear e progressiva, perpetuando a percepção de que, em certos momentos históricos, o conhecimento permanece estagnado, e que o desenvolvimento só ocorre em períodos pontuais, impulsionado exclusivamente pelas contribuições de alguns cientistas (Macedo; Gomes, 2024b).

Por fim, no que se refere ao constrangimento da *publicidade do saber*, observa-se que, de modo geral, ele também se faz presente, sem que tenha havido a devida *vigilância epistemológica* capaz de mitigar seus impactos. Os trechos e análises apresentados anteriormente evidenciam tal ocorrência, uma vez que, ao transformar o conhecimento sobre a Teoria do *Big Bang* em um conteúdo público e acessível aos alunos, promoveu-se uma simplificação excessiva, resultando na omissão de elementos relevantes para uma compreensão mais contextualizada e próxima do saber originalmente proposto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada neste estudo permitiu constatar que a transposição didática da Teoria do *Big Bang*, no livro *Origens* da coleção *Multiversos – Ciências da Natureza*, está permeada por constrangimentos didáticos que comprometem a integridade epistemológica e histórica do conhecimento científico. Os constrangimentos mais recorrentes – *dessincretização*, *despersonalização* e *descontextualização* – manifestaram-se em simplificações problemáticas, como a redução da expansão do espaço-tempo à ideia de uma “explosão”, a omissão de figuras centrais como Georges Lemaître e Fred Hoyle, e a ausência de contextualização sobre os debates que moldaram a teoria. Tais escolhas reforçam uma visão estática e desprovida de controvérsias, distanciando-se da natureza dinâmica e coletiva da ciência.

Isso indica também que a vigilância epistemológica, proposta por Chevallard (1991) como ferramenta crítica para mitigar esses efeitos, mostrou-se insuficiente na obra analisada. A fragilidade dessa vigilância é evidenciada não apenas pela naturalização de analogias enganosas, mas também pela falta de problematização

sobre o contexto histórico e as disputas teóricas que acompanharam a formulação da Teoria do *Big Bang*.

Portanto, apesar das limitações deste estudo – restrito a um único volume de uma coleção específica –, os achados indicam a necessidade de um olhar crítico e reflexivo durante a elaboração de materiais didáticos, de modo que o processo de transposição didática preserve, na medida do possível, a complexidade epistemológica dos saberes científicos e favoreça a construção de compreensões mais robustas e contextualizadas por parte dos alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANHORN, C. T. G. **Um objeto de ensino chamado História – A disciplina de história nas tramas da didatização.** 2003. 403 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/projetosEspeciais/ETDs/consultas/conteudo.php?strSecao=resultado&nrSeq=4360@1>. Acesso em: 22 mar. 2025.
- ASSIS, A. K. T.; NEVES, M. C. D.; SOARES, D. S. L. A cosmologia de Hubble: de um universo finito em expansão a um universo infinito no espaço e no tempo. In: NEVES, M. C. D.; SILVA, J. A. P. (Org.). **Evolução e revoluções:** o mundo em transição. Maringá: Massoni, 2008.
- BATISTA, L. P. M.; SANTOS, A. C. T. dos; SANTOS, C. A. B. dos; SIQUEIRA, M. R. da P. 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., 2023, Caldas Novas. **Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Campina Grande: Realize Editora, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/92992>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica:** Del Saber Sabio Al Saber Enseñado. Buenos Aires: Ediciones, 1991.
- GODOY, L.; AGNOLO, R. M. D.; MELO, W. C. **Multiverso:** ciências da natureza: Origens: ensino médio. 1. ed. São Paulo: FTD, 2020.
- MACEDO, G. L. N.; GOMES, L. C. Análise do conceito de força gravitacional nos *Principia* e a sua transposição didática do Saber Sábio ao Saber a Ensinar nos livros de Ciências da Natureza do PNLD 2021. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática,** v. 20, n. 45, p. 67-91, 2024a. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v20i45.16073>.
- MACEDO, G. L. N.; GOMES, L. C. Análise do saber a ensinar da gravitação newtoniana nos livros do PNLD – 2021 e do GREF. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática,** Cuiabá, v. 12, p. e24093, 2024b. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.17638>.
- MACEDO, G. L. N. **Análise do conceito de força gravitacional nos *Principia de Newton* e a sua transposição didática nos livros didáticos de Física do Ensino Médio do Estado do Paraná.** 2023. 274 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática,

Maringá, 2023. Disponível em: <http://www.pcm.uem.br/dissertacao-tese/399>. Acesso em: 14 dez. 2023.

**MARTINS, M. R. Uma abordagem histórica sobre conceitos de força nos séculos XVII e XVIII: Compreensão acerca do processo de transposição didática no contexto acadêmico.** 2020. 285 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Maringá, 2020. Disponível em: <http://www.pcm.uem.br/dissertacao-tese/329>. Acesso em: 09 jan. 2024.

**PEREIRA, R. C.; PAIVA, M. A. V.; FREITAS, R. C. de O.** Vigilância epistemológica de Chevallard em um estudo de caso sobre o conceito de divisibilidade em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental. In: XII Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM, 2016, São Paulo. **Atas do XII Encontro Nacional de Educação Matemática.** Disponível em: <https://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/comunicacoes-cientificas-17.html>. Acesso em: 11 mar. 2025.

**RICARDO, E. C.** A história da ciência no ensino de física e a vigilância epistemológica. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v. 4, e1506, 2020. Disponível em: <https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/RPECEN/article/view/1506>. Acesso em: 11 mar. 2025.

**SOUZA, W. B. de.** **Física das Radiações: uma proposta para o Ensino Médio.** 2009. 248 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Faculdade de Educação, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-17092012-141621/pt-br.php>. Acesso em: 07 mar. 2025.

**VIEIRA, T. F.; FONSECA, M. O. da; BUFFON, A. D.; BATISTA, M. C.; SANTOS, O. R. dos** A Educação em Astronomia no livro didático de Física do Ensino Médio no estado do Paraná: instruções necessárias. **Revista Ciência & Ideias**, v. 15, p. e24152690, jan./dez. 2024. DOI: <https://doi.org/10.22407/2176-1477/2024.v15.2690>.

**VIDEIRA, A. A. P.; VIEIRA, C. L.** Com início? Ou eterno? Origens e controvérsias na cosmologia em meados do século passado. **Cadernos de Astronomia**, Vitória, v. 4, n. 2, p. 112-119, 2023. DOI: <https://doi.org/10.47456/Cad.Astro.v4n2.41623>.

**WAGA, I.** A expansão do Universo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 2, p. 163-175, 2000.