

Imagens deformadas sobre a natureza da ciência no conteúdo de Relatividade Especial nos livros didáticos do PNLD-2018

Deformed images on the nature of science in the Special Relativity content of PNLD-2018 textbooks

Resumo

O livro didático é um dos mais importantes recursos didáticos utilizados pelos professores. É uma fonte que auxilia o docente no planejamento e execução das aulas. Apesar de sua importância para a educação básica, alguns pesquisadores evidenciaram a presença de erros conceituais crassos, imagens caricatas e distorcidas sobre a natureza da ciência, que acabam por dificultar a alfabetização científica dos alunos. Neste trabalho, analisamos o conteúdo de Teoria da Relatividade Especial em doze livros didáticos de física aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 do Ministério da Educação a fim de verificar a presença de imagens deformadas do trabalho científico. A análise revelou três deformações: visão aproblemática e ahistórica; visão individualista e elitista da ciência; uma imagem descontextualizada, socialmente neutra. Tais deformações operam como barreiras epistemológicas e revelam que a qualidade dos livros didáticos ainda está longe de ser satisfatória.

Palavras chave: Livros didáticos de Física; Teoria da Relatividade Especial; Imagens deformadas da ciência.

Abstract

The textbook is one of the most important pedagogical tools for teachers and students. It is a source that assists the teacher in the planning and execution of the classes and serves as the main bibliographical reference for the students. Despite their importance for basic education, some researchers have evidenced the presence of gross conceptual errors, caricature and distorted images about the nature of science, which end up hampering students' scientific literacy. In this work, we analyze the content of Theory of Special Relativity in ten textbooks of physics approved by the National Plan of the Didactic Book (PNLD) of 2018 of the Ministry of Education in order to verify the presence of deformed images of the scientific work. The analysis revealed three deformations: unproblematic and ahistorical vision; individualistic and elitist vision of science; a decontextualized, socially neutral image. Such deformations operate as epistemological barriers and reveal that the quality of textbooks is still far from satisfactory.

Key words: Textbooks; Special Theory of Relativity; Deformed images of the science.

Introdução

O livro didático é um dos principais recursos pedagógicos utilizados pelos professores

(ROSA, 2010; PAGLIARINI, 2007; SILVA E PAGLIARINI, 2008). Ainda que alguns críticos decretem o seu fim, a indústria de livros didáticos em conjunto com poder público movimentam anualmente milhões de reais (ROSA, 2010) e “ele ainda funciona como uma fonte segura de conhecimento, tanto para professores e alunos, sendo para ambos a referência principal fora da sala de aula” (SILVA E PAGLIARINI, p. 03, 2008).

Tendo em vista o compromisso com a educação de qualidade e o retorno do investimento feito com dinheiro público, o Ministério da Educação (MEC) instituiu o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que visa avaliar e aprovar o material produzido pelas editoras, para disponibilizar para apreciação dos professores. Entretanto, fica a seguinte questão: Será que os livros didáticos aprovados pelo MEC são de qualidade? Possuem erros conceituais? Disseminam uma visão ingênua e empirista-indutivista de Ciência?

Apesar de todos os esforços do governo, a qualidade dos livros didáticos tem sido questionada, o trabalho de Langhi e Nardi (2007) apresentou uma coletânea de erros conceituais em astronomia presentes em livros didáticos de ciência. Silva e Pagliarini (2008) que abordaram as concepções sobre a natureza da ciência em livros, a partir de uma análise do conteúdo histórico, apontaram a existência de mitos históricos, uma imagem caricata da história da ciência e concepções deformadas sobre a natureza da ciência.

Diante das pesquisas já realizadas e dos questionamentos levantados, neste trabalho propomos uma análise das imagens deformadas do trabalho científico com o conteúdo da Teoria da Relatividade Especial nas doze obras aprovadas pelo PNLD-2018. Trata-se de um assunto que foi inserido há pouco tempo no currículo de Física e que ainda é cercado de mitos e equívocos históricos e conceituais (MARTINS, 2015).

Referencial Teórico-Metodológico

O conceito de imagens deformadas (ou distorcidas) do trabalho científico foi introduzido por Gil-Perez et al (2001) ao levantarem as concepções dos professores sobre a natureza da ciência. Como esse trabalho tem como objetivo analisar a presença dessas imagens deformadas em livros didáticos, o trabalho de Gil-Perez et al (2001) é o referencial teórico adotado.

A pesquisa de Gil-Perez et al consistiu em caracterizar e tentar um consenso sobre quais imagens sobre a natureza do trabalho científico deveriam ser evitadas. Para atingir esse objetivo os autores estudaram os pontos de convergência entre os filósofos modernos da ciência, tais como Popper, Kuhn, Lakatos, Toulmin, Laudan, Bunge e Giere. Desta análise, Gil-Perez et al, destacaram sete visões deformadas sobre a natureza da ciência que devem ser evitadas dispostas na Tabela 1.

Imagem Deformada	Breve Descrição	Categoria
Concepção empírico-indutivista e ateorica.	É uma concepção que defende o papel “neutro” da observação e da experimentação que nega ideias apriorísticas e ignora a importância das hipóteses e teorias como orientadoras da investigação científica.	1
Visão rígida, algorítmica, exata e infalível do trabalho científico	A ciência é tratada como um produto de um suposto “método científico” universal, que é compreendido como uma sequência de etapas a serem seguidas mecanicamente e que conduzem ao a verdade. Ignora-se o caráter especulativo, tentativo e criativo da produção do conhecimento científico	2
Visão aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada).	Transmissão dos conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas e também omitindo as limitações do conhecimento científico atual e outras perspectivas.	3

Visão exclusivamente analítica.	Trata-se da fragmentação do conhecimento científico em carácter limitado e simplificador, trata esses fragmentos como autônomos e independentes. Salienta-se que o extremo oposto, uma visão holística da ciência, também seria uma distorção.	4
Visão acumulativa e linear dos conhecimentos científicos.	Essa deformação encara o desenvolvimento científico como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo, ignorando os complexos processos de crises e revoluções.	5
Visão individualista e elitista da ciência	Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo.	6
Imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência.	Ignora as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma visão dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”.	7

Tabela 1: As sete imagens deformadas segundo Gil-Perez et al (2001).

Gil-Perez et al (2001) denunciam que professores portam estas visões e acabam transmitindo aos alunos, o que criam barreiras epistemológicas que comprometem o entendimento dos alunos sobre a natureza do trabalho científico. Esta pesquisa intentou em verificar se tais imagens persistem nos livros didáticos. Para se fazer essa análise, foram escolhidos os 12 livros aprovados pelo PNLD-2018 do MEC.

As obras analisadas, com seus respectivos códigos, foram: **[A]** Física 3: Eletricidade, Física Moderna (BISCUOLA, BÔAS, DOCA, 2016); **[B]** Física: Eletromagnetismo, Física Moderna (GUIMARÃES, PIQUEIRA, CARRON); **[C]** Física 3: Interação e Tecnologia (GONÇALVES FILHO, TOSCANO, 2016); **[D]** Física 3: Eletromagnetismo, Física Moderna (BONJORNO et al, 2016); **[E]** Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna (GASPAR, 2017); **[F]** Física para o Ensino Médio 3: Eletricidade, Física Moderna (KAMAMOTO, FUKU, 2017); **[G]** Física em Contextos 3 (PIETROCOLA et al, 2016); **[H]** Física por Aula 3: Eletromagnetismo – Física Moderna (BARRETO FILHO, SILVA, 2016); **[I]** Conexões com a Física 3: Eletricidade – Física do Século XXI (MARTINI et al, 2016); **[J]** Física, Ciência e Tecnologia 3: Eletromagnetismo, Física Moderna (TORRES et al, 2016); **[K]** Física 3: contexto & aplicações (MÁXIMO, ALVARENGA, GUIMARÃES, 2016); **[L]** Ser Protagonista – Física 3 (VÁLIO, et al). Os outros volumes dos livros mencionados não possuíam o conteúdo de relatividade, por isso não analisamos.

Resultados

Cada obra traz pelo menos um capítulo dedicado a Teoria da Relatividade, a exceção da obra **C**, que discute relatividade especial e física quântica em um único capítulo. A análise foi feita por meio da leitura desse material. Constatamos a presença de três deformações de imagem científica categorias (3, 6 e 7) que foram elencadas na tabela 1. Assim dispomos simplificada a análise dos livros na tabela 2.

Categoria		1	2	3	4	5	6	7
Livros	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	F							
	G							
	H							
	I							

	J							
	K							
	L							

Tabela 2: Ficha de análise e a frequência das categorias de imagens deformadas encontradas nas obras didáticas analisadas.

A seguir descrevemos cada uma das categorias, fazendo quando conveniente citações de trabalhos históricos-filosóficos sobre a teoria da relatividade. Além disso, expomos fragmentos dos livros para sustentar a análise.

Categoria 3 - Visão aproblemática e histórica (dogmática e fechada).

Essa deformação está presente em seis das doze obras, **A, B, C, I, J e L**. As experiências realizadas no final do século XIX para detectar o movimento da Terra em relação ao éter, em especial a experiência interferométrica de Michelson e Morley de 1887, foram essenciais para fundamentar as bases teóricas da Teoria da Relatividade Especial (Martins, 2015). O que os livros fazem é mencionar a existência de dificuldades no experimento, mas sem problematizar, como pode ser visto na seguinte passagem:

Entre o final do século XIX e o princípio do século XX, vários fatos importantes não estavam explicados. Como vimos, alguns foram esclarecidos pela Física Quântica. Entretanto, outras questões continuavam sem respostas. Estas só foram dadas por outra teoria: a Teoria da Relatividade, de Einstein (BISCUOLA, BÔAS, DOCA, 2016, p. 268).

Categoria 6 - Visão individualista e elitista da ciência.

Essa deformação ocorre em oito das doze obras analisadas, **A, B, D, E, F, I, J e K**, e acontecem em três variantes, a saber:

(a) Apesar de alguns livros destacarem a construção coletiva da Teoria da Relatividade, empregam adjetivação excessiva aos pesquisadores, referindo-se a eles como “gênios” ou criadores de trabalhos “brilhantes” e “revolucionários. Essa distorção ocorre nas obras **A, D, E, F, J e K**. A citação abaixo ilustra essa deformação:

É preciso destacar que, para elaborar a Teoria da Relatividade, Einstein contou não só com a sua *genialidade*, mas também com trabalhos de outros físicos, como os estadunidenses Albert A. **Michelson** (1852-1931) e E. W. **Morley** (1838-1923) e o holandês H. A. **Lorentz** (1853-1928). (BISCUOLA, BÔAS, DOCA, 2016, p.269, itálico nosso)

(b) Livros que não empregam adjetivação excessiva a respeito de Einstein, mas omitem importantes contribuições de outros pesquisadores, dando a impressão que a construção de uma teoria científica é feita por cientistas isolados. Das obras analisadas, a única que se encaixa nessa categoria é o livro **B**. A gênese da relatividade é apresentada da seguinte maneira nesta obra:

Einstein tentou aplicar os conceitos acima a uma experiência de pensamento que preocupava desde os 16 anos de idade: "o que verei se correr atrás de um feixe de luz na velocidade da luz?". De acordo com a relatividade de Galileu e a física newtoniana, ele deveria ver a luz em repouso, pois, se ambos se movimentam com a mesma velocidade, a velocidade entre eles é zero. Em 1905, Einstein chegou à conclusão de que essa resposta não estava correta, e a física newtoniana precisaria ser reformulada. Com o artigo "Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento", que passaria para a História como a teoria da relatividade especial, alicerçada em dois postulados aparentemente simples, Einstein modificou o modo de pensar o

tempo, o espaço a matéria, e a energia. (GUIMARÃES, PIQUEIRA, CARRON, 2016, p. 189)

(c) Livros que empregam adjetivação excessiva à Einstein e omitem a contribuição de outros pesquisadores. Essa deformação foi encontrada na obra **I**.

Como perceberíamos um feixe de luz Se pudéssemos acompanhá-los na mesma velocidade? Albert Einstein fez-se essa pergunta ainda na adolescência, é e a questão permaneceu em suas reflexões durante muitos anos. Quando conseguiu respondê-la, Einstein era um jovem físico de 26 anos e trabalhava em um escritório do serviço de patentes em Berna, Suíça. A resposta foi publicada em um artigo intitulado "Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento", na prestigiada revista científica alemã *Annalen der Physik*, em 1905. O artigo continha as bases da teoria que abalaram os alicerces até então os olhos e inquestionáveis da consagrada mecânica newtoniana. A partir daí, conceitos como espaço e tempo nunca mais seriam interpretados da mesma forma. [...] Essa revolução na mecânica afetou também outras grandezas, como massa e energia, e ficou conhecida como **teoria da relatividade restrita** [...] (MARTINI et al, 2016, p. 230)

A história sobre o raio de luz parece ser uma invenção histórica feita pelo próprio Einstein, pois, como observa Martins (2015, p. 171)

Em primeiro lugar, sabemos com segurança que ele não conhecia ainda teoria eletromagnética de Maxwell nessa época – ele só estudou dois anos mais tarde. Então, ele não poderia saber se a teoria de Maxwell prevê ou não ondas eletromagnéticas paradas.

E o mais importante, tal especulação não permitiria construir uma teoria da relatividade (Martins, 2015, p. 171-172), pois antes de 1885, não havia subsídios científicos para estruturar a relatividade especial (Martins, 2015, p. 225-238).

Por fim, enfatizamos que Joseph Larmor deu importantes contribuições para a cinemática relativística não é citado em nenhum dos livros. Henri Poincaré (1854-1912), apesar de sua intensa produção para a relatividade, só é citado nas obras **D** e **J**, mas apenas como coautor da hipótese do éter junto a Hendrik Lorentz (1853-1928), o que não é verdade, visto que as duas principais hipóteses sobre o éter foram propostas por Augustin Fresnel (1788-1827) e Gabriel Stokes (1819-1903) (MARTINS, 2015). Nenhum dos pesquisadores envolvidos na dinâmica relativística é citado, mas é compreensível, já que os livros dão maior ênfase a cinemática relativística.

Categoria 7 - Uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência que não discute as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma visão dos cientistas como seres "acima do bem e do mal".

Essa deformação está presente em todas as obras analisadas. Para tornar claro como ela aparece nas obras precisamos diferenciar as diferentes formas de se trabalhar conteúdos de CTS na educação básica. Aikenhead (1994) distingue oito categorias de CTS, onde a avaliação de CTS progride gradativamente à cada categoria, sendo que a primeira corresponde à 0% e a oitava corresponde à 100%.

O tratamento adequado de CTS, conforme a posição apresentada por Gil-Perez et al, estaria alinhado nas categorias maiores ou igual a terceira, enquanto os livros seguem uma tendência que contemplam a primeira categoria (conteúdo de CTS como elemento de motivação), que pode ser compreendida como o ensino tradicional de ciências com enxertos de CTS para tornar as aulas mais interessantes (*IBID*); ou a segunda categoria (incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático) que são compreendidas como ensino tradicional

de ciências acrescido de pequenos estudos de caso envolvendo CTS (*IBID*). Das obras analisadas, somente a obra **J** sugere discutir o envolvimento de Einstein e outros pesquisadores no projeto Manhattan:

A equação $E = m.c^2$, mundialmente conhecida e reconhecida como verdadeira, foi base teórica para o desenvolvimento das bombas atômicas usadas na Segunda Guerra Mundial. Reúna-se com seus colegas e procure em livros ou na internet a carta que Albert Einstein e outros intelectuais da época escreveram ao presidente estadunidense Franklin Delano Roosevelt sobre os perigos do uso bélico da energia nuclear. Discuta com um grupo e apresente aos colegas da sala suas conclusões aqui chegaram usando painéis, fotos e vídeos sobre o assunto. (TORRES et al, 2016, p. 200)

As influências geopolíticas como a expansão do telégrafo sem fio que, como mostrou Galison (2003), desempenharam um papel decisivo para elaboração da relatividade, não aparece em nenhuma das obras analisadas.

Considerações Finais

Na era da informação qualquer pessoa pode criar e distribuir informações, essa facilidade deu origem ao fenômeno das notícias falsas (*fake news*), por isso um grande número de pessoas ainda associa credibilidade aos livros impressos. Entretanto, o que esta análise mostrou, a partir dos conteúdos de relatividade especial, é que os livros didáticos também estão contaminados com imagens distorcidas da natureza da ciência.

Assim, o presente estudo aponta a necessidade de autores de livros didáticos e professores de ter uma formação em História, Filosofia e Sociologia da Ciência, sobretudo sobre as imagens de natureza da ciência. Essa formação pode subsidiar uma vigilância epistemológica na construção e implementação dos recursos didáticos em sala de aula com a finalidade de não disseminar uma visão aproblemática, individualista e descontextualizada da construção do conhecimento científico, como por exemplo, a Teoria da Relatividade apresentado no presente trabalho.

Agradecimentos e apoios

Agradeço ao professor Wellington Pereira de Queirós pela confiança, dedicação, paciência, estímulo e as inúmeras sugestões e discussões que tornaram possível a essa pesquisa.

Referências

AIKENHEAD, G. **What is STS science teaching?** In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. STS, education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, p.47-59, 1994,

BARRETO FILHO, B. SILVA, C. X. **Física aula por aula 3: eletromagnetismo, física moderna.** 3ª. ed, São Paulo: FTD, 2016.

BISCUOLA, J. G. BÔAS, N. V. DOCA, R. H. **Física 3: eletricidade, física moderna.** 3ª. ed, São Paulo: Saraiva, 2016.

BONJORNO, J. R. et al. **Física 3: eletromagnetismo, física moderna.** 3ª. ed, São Paulo: FTD, 2016.

GALISON, P. **Einstein's Clock and Poincaré's maps: empire of time.** New York: Norton,

2003.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**: eletromagnetismo e física moderna. 3ª. ed, São Paulo: Ática, 2017.

GONÇALVES FILHO, A. TOSCANO, C. **Física 3**: interação e tecnologia. 2ª. ed, Rio de Janeiro: Leya Brasil, 2016.

GUIMARÃES, O. PIQUIERA, J. R. CARRON, W. **Física**: eletromagnetismo e física moderna. 3ª. ed, São Paulo: Saraiva, 2016.

GIL-PÉREZ, D. FERNANDÉZ MOTORO, I. CARRASCOSA ALÍS, J. CACHAPUZ, A. PRAIA, J. Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, 7(2): 125-153, 2001.

KAMAMOTO, K. FUKE, L. F. **Física para o Ensino Médio 3**: eletricidade, física moderna. 4ª. ed, São Paulo: Saraiva, 2017.

LANGHI, R. NARDI, R. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. 24, n. 1: p. 87-111, abr. 2007.

MARTINI, G. et al. **Conexões com a Física 3**: eletricidade, física do século XXI. 3ª. ed, São Paulo: Moderna, 2016.

MARTINS, R. A. **A Origem Histórica da Relatividade Especial**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

MÁXIMO, A. ALVARENGA, B. GUIMARÃES, C. **Física 3**: contexto & aplicações. 2ª. ed, São Paulo: Scipione, 2016.

PIETROCOLA, M. et al. **Física em Contextos 3**. São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

ROSA, P. R.S. **Instrumentação para o ensino de ciências**. Campo Grande, MS: Ed. UFMS, 2010.

SILVA, C. C.; PAGLIARINI, C. R. **A natureza da ciência em livros didáticos de física**. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008, Curitiba. Atas do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008.

TORRES, C. M. A. et al. **Física, Ciência e Tecnologia 3**: eletromagnetismo, física moderna. 4ª. ed, São Paulo: Moderna, 2016.

VÁLIO, A. B. M. et al. **Ser Protagonista – Física 3**. 3ª. ed, São Paulo: SM Brasil, 2016.