

Estudo da abordagem da eletrostática em livros didáticos brasileiros de física dos últimos cem anos

Study of the electrostatics approach in brazilian physics school books of the last
hundred years

Daniel Perdigão
Michelle Zampieri Ipolito

Resumo: Os livros didáticos constituem importante fonte de pesquisa sobre o passado da Educação, em termos da influência política, do currículo prático, das metodologias educacionais de cada época, entre muitos outros aspectos. Neste texto, apresentamos a análise de livros didáticos de Física de nível secundário utilizados no Brasil ao longo dos últimos cem anos, especificamente no tema Eletrostática. Os subtemas enfocados foram quatro: cargas elétricas e seu comportamento; condutores, isolantes, eletroscópios e processo de eletrização; lei de Coulomb e distribuição das cargas; campo elétrico. Os livros foram escolhidos de forma a contemplar todos os diversos períodos paradigmáticos identificáveis na literatura. Nossa análise descritiva buscou contemplar os principais aspectos mencionados como mais importantes na avaliação e na seleção de livros didáticos. Observada a abordagem do tema Eletrostática, vimos que os livros essencialmente não diferiam das características paradigmáticas da época em que foram produzidos e publicados, e das influências contemporâneas a que foram expostos. Porém, ao longo destes 100 anos, os livros de Física não parecem ter atingido o objetivo de tornar a aprendizagem da Física mais estimulante, associando o sucesso do estudante na disciplina à compreensão de fenômenos naturais e sociais.

Palavras-chave: ensino secundário, eletromagnetismo, eletrostática, livros escolares.

Abstract: Textbooks are an important source of research on the history of education, in terms of political influence, practical curriculum, educational methodologies of each era, among many other aspects. In this text, we present the analysis of secondary school Physics textbooks used in Brazil over the last hundred years, specifically in the theme Electrostatics. The sub-themes focused were four: electrical charges and their behavior; conductors, insulators, electroscopes and electrification process; Coulomb's law and charge distribution; electric field. The books were chosen in order to contemplate all the different paradigmatic periods identifiable in the literature. Our descriptive analysis sought to contemplate the main aspects mentioned as most important in the evaluation and selection of textbooks. Observing the approach of Electrostatics, we saw that the books essentially did not differ from the paradigmatic characteristics of the time in which they were produced and published, and from the contemporary influences to which they were exposed. However, over these 100 years, the Physics books do not seem to have reached the objective of making the learning of Physics more stimulating, associating the student's success in the discipline with the understanding of natural and social phenomena.

Keywords: secondary education, electromagnetism, electrostatics, textbooks.



1 Introdução

As Ciências constituem o currículo da educação básica na maior parte do mundo desde o início do século XX (MATHIS, 1977), ou seja, desde que o saber científico conquistou caráter de saber necessário em nossa sociedade tecnológica moderna (WUO, 2000). Há muito, observa-se uma preocupação em iniciar todos em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (WISMER, 1998). Daí vem a importância de estudos na área de ensino de Ciências: trazer novos elementos que possam melhorar a qualidade e a eficácia da educação científica.

Um dos recursos didáticos mais utilizados ao longo da história é o livro didático. Ele desempenha papel fundamental no processo ensino-aprendizagem (CARNEIRO, 1997), tendo papel central na cultura escolar. Entre as justificativas para isso estão a percepção de verdade subjacente à palavra impressa e uma relativa facilidade de os professores usarem estas obras como referência para sua ação docente. Assim, os livros didáticos constituem uma fonte representativa de pesquisa sobre o passado da Educação, em termos da influência política, do currículo prático, das metodologias educacionais de cada época, entre muitos outros aspectos (CORRÊA, 2000).

Neste trabalho, apresentamos um estudo comparativo, que compreende a análise descritiva de livros didáticos de Física de nível secundário utilizados no Brasil durante os últimos cem anos, especificamente no tema Eletrostática. Evidenciamos a forma como esse conteúdo foi diferentemente abordado pelos livros ao longo do tempo. Acreditamos que este resgate histórico é importante para provocar a reflexão do docente de Física em atividade, ou em formação inicial ou continuada, sobre seu trabalho no tema, inevitavelmente mais associado a obras contemporâneas.

As razões pelas quais escolhemos para o presente estudo o tema Eletrostática são extensamente detalhadas posteriormente no presente texto. Adiantamos, porém, que a opção se deu pela presença constante da Eletrostática nos livros didáticos de Física ao longo dos últimos cem anos, além de constar como saber importante nos Parâmetros Curriculares Nacionais do



Ensino Médio (PCN+) e, adicionalmente, como saber que permite o desenvolvimento de algumas das competências esperadas específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio nos textos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Antes, porém, apresentaremos, também com fins introdutórios, elementos da história do livro didático brasileiro de Ciências e de Física. Métodos e referenciais teóricos vêm na sequência, assim como o rol de obras analisadas. Depois da análise descritiva dos livros por tema e por época, propomos algumas conclusões ante o trabalho realizado.

2 História do livro didático de física brasileiro

Os primeiros livros didáticos brasileiros datam de 1810, coincidindo com a instalação da Imprensa Régia (BITTENCOURT, 1996). Inicialmente, a maioria das obras brasileiras eram voltadas a cursos secundários e superiores. Na década de 1880, emerge uma nova geração de autores, envolvida com causas sociais e políticas da época, incluindo a universalização do saber escolar. Isso leva à edição de maior volume de obras nacionais a atender a educação elementar (BITTENCOURT, 2004).

Até a década de 1930, os livros didáticos brasileiros eram meros compêndios gerais de cada disciplina. Portanto, não eram essencialmente diferentes dos livros estrangeiros, a maioria portugueses e franceses. Como não havia um sistema de ensino de estrutura padronizada, os livros também não adotavam divisão seriada. Por outro lado, frequentemente, as obras das disciplinas científicas buscavam estar atualizadas em relação ao conhecimento contemporâneo (MORTIMER, 1988).

A reforma Francisco Campos, no governo Vargas, na década de 1930, deu padrão aos livros didáticos dos três anos finais do Secundário, chamados de Colégio ou curso colegial. Nesse momento, as obras passaram a ser seriadas e seguir o programa oficial (GHIRALDELLI, 2006). Nesta época, os livros didáticos de ciências incorporaram mais ilustrações, esquemas, além de exercícios ao fim de cada capítulo ou da obra (MORTIMER, 1988).



Os livros das décadas de 1940 e 1950 mudaram um pouco para se adaptar à reforma Gustavo Capanema, ocorrida em 1942 sob a ditadura getulista. Os novos parâmetros para os programas aprofundaram a homogeneidade das obras. Além disso, houve estagnação na explicação e na abordagem de certos conceitos à luz do desenvolvimento científico. Com isso, em fins da década de 1950, nossos livros de Ciências estavam bastante desatualizados (MORTIMER, 1988). Observe-se que a situação não era diferente nos Estados Unidos, à mesma época (SUMMERS, 1960).

A promulgação da Lei 4024, de 1961, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), também marca o início de um novo período para os livros didáticos. A heterogeneidade dos livros de Ciências passou a predominar, sendo a maior até então vista entre os livros didáticos usados no Brasil, possivelmente porque a LDB não detalhou os programas de cada disciplina. Graficamente, ainda predominavam textos nos livros didáticos da década de 1960, com pouco espaço dedicado a ilustrações e fontes de mesmo tamanho do restante do texto nos títulos de capítulos e de seções (MORTIMER, 1988).

A Lei Federal 5692, de 1971, impôs alterações muito expressivas à LDB de 1961. Com isso, podemos dizer que há um marco de início de novo estágio dos livros didáticos de Ciências. As obras tiveram o seu conteúdo simplificado, às vezes resultando em um “volume único”, como resultado da redução da carga horária das disciplinas científicas (ALMEIDA, 1980). Outros fatores externos a influenciar a redação dos livros foi a padronização do concurso de acesso à universidade, em 1968, e a profissionalização obrigatória, imposta pela Lei 5692.

Nem a revogação da compulsória formação técnica para o trabalho, nem a introdução de questões abertas nos vestibulares, ocorridas durante a década de 1980, foram capazes de mudar o perfil dos livros. A redemocratização, porém, ofereceu novidades. Uma delas foi o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), instituído pelo Decreto 91542, de 1985. Ainda que não houvesse compras de livros de nível secundário, a ideia de que os professores tinham poder de escolha dos livros passou a influenciar autores e editores.



O período de 1985 a 1996 foi de transição. Ainda que se observasse evolução democrática, não havia um novo marco legal a reorientar a redação das obras. Isso se deu com a promulgação da nova LDB, a Lei 9394, de 1996. Os projetos pedagógicos se tornaram mais abrangentes, interdisciplinares, integradores, holísticos (BELMIRO, 2000), e isso se refletiu nos livros didáticos. Outra influência foi o início da publicação do Guia e do Catálogo de Livros Didáticos como etapa do PNLD. Os livros deixaram de ser de irrestrita opção dos professores, passando a ser escolhidos a partir de uma lista prévia de livros pré-selecionados por especialistas e pesquisadores da área.

Porém, apenas em 2008, os livros didáticos de Física para o Ensino Médio passaram a ser comprados pelo governo federal nessa sistemática, por meio do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM), hoje unificado com o PNLD. Desde então, os livros precisam atender a critérios preestabelecidos. Conseqüentemente, estes critérios orientam a etapa de redação dos livros. Outro evento, no ano seguinte, foi a reforma do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem): a prova deixou de avaliar competências e passou a ser conteudista (SILVA, 2016), marcando uma nova era para os livros de Física.

É cedo para dizer se as implementações da reforma do Ensino Médio (Lei 13415, de 2017) e da BNCC serão marcos de uma nova época para os livros didáticos. Além disso, não utilizamos nenhuma obra tão recente neste estudo, o que inviabiliza a consideração desse marco temporal.

3 Métodos e outros referenciais teóricos

Os programas curriculares e os livros didáticos estão entre as fontes mais comuns no estudo das disciplinas escolares e de seus conteúdos (BITTENCOURT, 2003). Porém, há dois currículos escolares: um currículo escrito e outro prático. O currículo escrito somente mostra, por meio de seu discurso, uma lógica elaborada para legitimar o método de escolarização escolhido. Portanto, este currículo escrito é mero testemunho público (GOODSON, 2008).



Sua alteração, na prática educacional, não é somente possível, mas previsível. Mesmo que alguns professores não utilizem livros didáticos em sala de aula, eles os consultam para se orientar sobre o que ensinar e como ensinar. Portanto, o livro didático é a referência mais consultada por alunos e professores na prática de ensino-aprendizagem (LOPES, 1993; GATTI, 1998). Assim, a escolha do livro didático, em função do uso que se pretende dar a ele, aproxima-o mais do currículo prático que do teórico. Por essa razão, a análise de livros didáticos dentre os mais usados no Brasil tende a retratar com mais fidelidade o conteúdo escolar ensinado na prática.

Nesta pesquisa, estudamos livros didáticos de Física de nível secundário utilizados no Brasil durante os últimos cem anos. O alvo de nosso olhar é a abordagem do tema Eletrostática, com maior interesse em quatro subtemas: cargas elétricas e seu comportamento; condutores, isolantes, eletroscópios e o processo de eletrização; a lei de Coulomb e a distribuição das cargas; o campo elétrico. Nossa intenção foi a de realizar um estudo comparativo do conteúdo eleito para constar dos livros e da forma como esse conteúdo é abordado pelas obras estudadas ao longo do tempo.

Foram utilizadas como objetos de pesquisa treze coleções de livros didáticos de ensino Médio ou equivalente, dentre as disponíveis em duas bibliotecas do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. O critério de eleição das obras mais antigas foi haver menção de destaque da obra como representante de uma época por Martins e Hosoume (2007). De acordo com esse critério, optamos por incluir no estudo uma obra editada em Portugal, mas usada no Brasil. Para os dois períodos mais recentes, o critério foi o de que os autores tivessem conseguido aprovar obras suas para constarem do catálogo do PNLEM/PNLD, ainda que não fossem, necessariamente, as obras tomadas para análise. Em outras palavras, o autor pode ter aprovado, por exemplo, no PNLEM, apenas uma obra em volume único, mas tomamos para análise a obra deste mesmo autor em três volumes.

A versão de três volumes foi a opção eleita sempre que existente e disponível. Foi colocada entre parênteses, à frente de cada referência, a forma como a obra passa a ser tratada neste artigo a partir deste ponto. Além disso,



já separamos as obras por era ou período, como identificamos na seção anterior deste texto, adaptando classificações temporais de outros autores para a educação brasileira (SAVIANI, 2008), para o ensino de Ciências (KRASILCHIK, 1987) e para o livro didático de Ciências (MORTIMER, 1988; WUO, 2003).

Período pré-reformas Francisco Campos e Capanema (1920-1932)

(Rom1928) ROMANO, Raul. **Tratado de Physica**. 1. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1928.

(Nob1929) NOBRE, Francisco Ribeiro. **Tratado de Física Elementar**. 21. ed. Porto, Portugal: Lelo, 1929.

Período de vigência das reformas getulistas (1933-1961)

(Fre1949) FREITAS, Aníbal. **Física**: 3º livro ciclo colegial. 3. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1949.

(Pie1957) RODRIGUES, Eduardo Celestino; PIERONI, Romulo Ribeiro. **Física**: III parte. 4. ed. São Paulo: Clássico-Científica, 1957.

Período de vigência da primeira LDB (1962-1971)

(Alc1965) GOMES Filho, Francisco Alcântara. **Física para o terceiro ano colegial**. 16. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1965.

Período de influência da lei 5692/1971 (1972-1985)

(Ram1976) RAMALHO Junior, Francisco; SANTOS, José Ivan Cardoso dos; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os fundamentos da Física**: eletricidade e Física moderna. 1. ed. São Paulo: Moderna, 1976.

(Omo1982) OMOTE, Noriyasu. **Curso básico de Física**: eletricidade. 1. ed. São Paulo: Moderna, 1982.

Período de redemocratização na educação (1986-1996)



(Chi1992) CHIQUETTO, Marcos José; PARADA, Antonio Augusto. **Física**: eletricidade. 2. ed. São Paulo: Scipione, 1992.

(Car1993) SHIGEKIYO, Carlos Tadashi; YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Os alicerces da Física**: eletricidade. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 1993.

Período de vigência da atual LDB, pré-Pnlem de Física (1997-2008)

(Gas2003) GASPAR, Alberto. **Física**: eletricidade. 1. ed. São Paulo: Ática, 2003.

(PC2005) PENTEADO, Paulo Cesar M.; TORRES, Carlos Magno A. **Física**: ciência e tecnologia: volume 3. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

Período do Pnlem/PNLD de Física e novo Enem (2009-2020)

(Art2013) ARTUSO, Alysson Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**: volume 3. Curitiba: Positivo, 2013.

(Gui2014) GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto; CARRON, Wilson. **Física**: volume 3. São Paulo: Ática, 2014.

A opção pela Eletrostática se deu pela sua presença constante nos livros didáticos de Física ao longo dos últimos cem anos. Ou seja, a Eletrostática, independentemente de estar ou não presente em um programa formal ou de ser ou não expressamente mencionada em um programa, está presente nos livros didáticos. E, de fato, antes da reforma Francisco Campos, não havia um programa, mas a Eletrostática estava presente nos livros de Física da época. E espera-se que continue, ainda que a palavra “eletrostática” não apareça expressamente em nenhum ponto das seiscentas páginas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018).

Note-se que a BNCC aponta, entre as competências esperadas específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio, “analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas” (p.553) e “investigar situações-problema e avaliar aplicações do



conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza” (p.553). Isto, sem dúvida, inclui o estudo da Eletrostática. Afinal, as Orientações Educacionais Complementares aos PCN+ (BRASIL, 2002) já afirmavam que o estudo da Eletrostática “ganhará sentido quando em referência a situações concretas como, por exemplo, para explicar o papel dos condensadores, a função dos para-raios ou os perigos de choques elétricos” (p.76).

Os PCN+ ainda afirmam que “o tratamento da Eletricidade, que tem seu sentido maior nos equipamentos elétricos, motores e geradores, não pode continuar limitado à Eletrostática, mas é indispensável que venha a tratar do Eletromagnetismo, em toda sua abrangência” (p.80). Isto mostra que a Eletrostática é o campo mais priorizado e, portanto, mais representativo para estudos sobre o Eletromagnetismo nos livros didáticos de Física.

Além disso, os PCN+ entendem que “a Cinemática, por exemplo, é indispensável para a compreensão da Dinâmica, da mesma forma que a Eletrostática o é para o Eletromagnetismo” (p.61). Ou seja, a Eletrostática é um saber propedêutico ao estudo do Eletromagnetismo, o que assegurará sua presença nos livros de Física e de Ciências da Natureza por muito tempo. Há estudos bastante extensos sobre a abordagem histórica da Cinemática nos livros didáticos brasileiros na literatura (NICIOLI, 2007; NICIOLI; MATTOS, 2006, 2007, 2008a, 2008b). Optamos, então, por pesquisar a Eletrostática, área em que não se encontra produção tão expressiva (GUÇÃO *et al.*, 2008). Note-se que, em um caso e em outro, a produção encontrada é antiga. Isso faz supor que a análise histórica de livros didáticos de Física deixou de ter tanta atenção de pesquisadores no Brasil, o que é um retrocesso.

Nesta pesquisa, estudamos as formas de abordagem do tema Eletrostática, nos capítulos referentes ao início do estudo da Eletricidade. Também olhamos a seção sobre o conceito de campo elétrico, quando tal subtema constava da obra em destaque separado. Os subtemas foram definidos a partir dos índices e sumários das obras, para obtermos uma divisão do tema Eletrostática que fosse lógica e aplicável a todas as obras. Buscamos



examinar, comparativamente, a forma de abordagem dos subtemas e, posteriormente, fazer análise descritiva individual de cada obra.

Diversos autores e grupos de pesquisas possuem propostas de trabalho para a análise de livros didáticos. Poderíamos observar as ênfases curriculares veiculadas pelos livros didáticos (MOREIRA; AXT, 1986). Ou poderíamos adotar uma das diversas formas de avaliação e classificação de livros didáticos elaboradas por autores nacionais e estrangeiros (ALVARES, 1991). Optamos por uma adaptação dos métodos sugeridos nesses trabalhos, buscando atingir, em análise descritiva, os principais aspectos mencionados como mais relevantes na avaliação e na seleção de livros didáticos. Entre eles, estão os objetivos do material, os aspectos abordados por ele, os tópicos enfatizados, a organização do conteúdo, o nível de abstração, entre outros. Os aspectos foram enfatizados conforme a sua relevância para o subtema ou para a época em tela.

4 Análise descritiva dos livros por subtema

4.1 Cargas elétricas e seu comportamento

A apresentação do subtema “cargas elétricas” pouco mudou ao longo destes cem anos: todas as obras citam Tales de Mileto e/ou sua experiência com o âmbar. Apenas as duas obras mais recentes, Art2013 e Gui2014, introduzem a Eletrostática fazendo uso de temas motivadores sociais, mas não deixam de remeter, pouco depois, ao âmbar.

O modelo atômico, ligado a uma abordagem mais moderna e abstrata das cargas elétricas, nem chega a ser mencionado nas obras Nob1929, Pie1957 e Alc1965. Já Rom1928, ao tentar abordar o modelo atômico em desenvolvimento à época, erra: vincula número de elétrons ao “peso atômico” e não ao número atômico; afirma que o núcleo atômico é positivo, mas constituído de elétrons em movimento. Na década de 1970, a abordagem com modelo atômico ganha relevância e maior correção científica. Em Omo1982, chegamos a um extremo, não observado em nenhuma outra obra: o modelo



atômico é usado como tema motivador de Eletrostática, e só posteriormente esta obra trata do âmbar.

O que são as expressões “positiva” e “negativa”, associadas a cargas elétricas? Os autores das obras mais antigas entendem ser as “naturezas” das cargas. Pie1957 e Alc1965 dizem ser “espécies” de cargas. Ram1976 e Omo1982, “sinais”. Chi1992, Car1993, Gas2003 e PC2005 “tipos” de cargas. Porém, as obras mais recentes, Gui2014 e Art2013 recuam ao uso de “sinais”, sendo que Art2013 alterna o uso de “tipos” e “sinais”, como se fossem palavras de conotação equivalente. Consideramos preocupante o uso de “sinais”. Os estudantes acabam motivados a confundir a natureza dicotômica das cargas com a ideia de oposição entre positivo e negativo que trazem do estudo de Matemática. No limite, o uso das expressões pode reduzir a Física à Álgebra.

A título de registro, tanto Nob1929 quanto Fre1949 mencionam as expressões “electricidade vítrea” e “resinosa” para cargas positivas e negativas, respectivamente, mas destacam que as referidas expressões já rumavam ao desuso. Trata-se de uma referência à série triboelétrica, ou seja, à tendência de uma substância de se carregar positiva ou negativamente quando atritada a outra. Outro registro: até Fre1949, a unidade da carga apresentada era o franklin (cgs), embora já se sugerisse o coulomb; Pie1957 trata de resolução do BIPM (Birô Internacional de Pesos e Medidas) que ratifica o ampère como unidade elétrica fundamental do sistema e confirma o coulomb como sua unidade de carga elétrica.

Em relação ao subtema “atração e repulsão”, a obra Rom1928 remete a uma experiência feita com ímãs para tratar de atração e repulsão de cargas elétricas, arriscando-se a provocar confusão entre eletricidade e magnetismo. Nob1929 lembra que “a electricidade é uma modalidade da energia” e não um fluido material, opondo-se ao que se poderia pensar quando se menciona a expressão “fluido eléctrico”. Ou seja, o autor tem a preocupação de favorecer o abandono de expressões que levam à consolidação de conceitos errados.

Apenas as obras deste século optaram por abordagem que opusesse explicações mais antigas e teorias já abandonadas, anteriores ao século XX, como as que envolvem o conceito de “fluido eléctrico”, à teoria atualmente mais



aceita. A razão para essa abordagem parece ser mais para atender a uma demanda por história da ciência do que para fazer emergir o conflito cognitivo que levaria à mudança conceitual. Por isso mesmo, é preciso ter cautela nesse tipo de abordagem: é possível que a presença destacada de teorias em desuso nos livros acabe por consolidar justamente as ideias a que queremos nos opor.

Muitas das obras mais recentes tratam dos fenômenos da atração e da repulsão como princípios, antes de qualquer outra menção experimental ou teórica. Ram1976 e Omo1982 enunciam tal propriedade como um princípio fundamental da Eletrostática, o que se observa em todas as obras desde então, com poucas variações. A exceção é PC2005, que recorre a experiências antes de consolidar o fenômeno de atração e repulsão como um princípio, retomando postura verificada apenas até Alc1965. Pie1957 vai além: somente trata do comportamento das cargas elétricas depois de mencionar diversas experiências, inclusive as da série triboelétrica. É uma opção didática que reforça aos estudantes a ideia de que, antes de tudo, a Física é uma ciência experimental.

4.2 Condutores, isolantes, eletroscópios e o processo de eletrização

Entre as obras escritas até a década de 1960, há uma grande diversidade na importância dada ao subtema “condutores e isolantes”, embora todas busquem explicar o fenômeno, exceto Rom1928, que apenas enuncia brevemente a sua existência. Nob1929, em contraste, explica e traz uma lista longa de materiais de cada categoria. Pie1957 fala da divisão de materiais em ideoeletricos (eletrizáveis) e anelétricos, expressões substituídas na atualidade, respectivamente, por condutores e isolantes. Outros autores antes de Pie1957 também fizeram menção a expressões não mais usuais para designar materiais condutores e isolantes. Alc1965 usa as expressões “bom condutor” e “mau condutor” ao remeter a uma experiência do século XVIII, de Stephen Gray, em que ele carregava eletricamente uma criança. Neste experimento histórico, foram usados latão e seda, respectivamente (MILLS, 2020).

A partir da década de 1970, muda-se a abordagem, deixando-se as tentativas de explicação em segundo plano. Ram1976, Omo1982 e Chi1992



primeiro apresentam os processos de eletrização para depois notar que alguns corpos não se eletrizam. Car1993, Gas2003 e Gui2014 primeiro definem corpos isolantes e condutores para depois apresentar a eletrização. Neste sentido, as obras antigas e as novas se diferenciam bastante, com a exceção de PC2005, que se associa mais à forma de apresentação dos livros anteriores à década de 1970, optando por citar a experiência de Gray como uma via de explicação, e de Art2013, que usa o *frizz* capilar, ou seja, o fenômeno em que o cabelo liso não ficar perfeitamente alinhado, mas curvo e emaranhado, como motivo para explicar o fenômeno.

Acerca da abordagem do subtema “processos de eletrização”, em Nob1929, o exemplo motivador do âmbar já lhe serve para tratar da eletrização, antes mesmo de tratar das cargas elétricas; tanto este autor quanto Rom1928 falam da indução isoladamente, e não no mesmo contexto em que exploram os processos de eletrização. Fre1949 é o único a tratar os fenômenos de eletrização no volume 2 de sua obra, juntamente com o tema “energia”. Tal organização do conteúdo é sugerida pelo programa oficial da época, como se pode ler na obra.

Fre1949 e Alc1965 não se preocupam em detalhar processos de eletrização; a mera citação já foi considerada suficiente por estes autores. Pie1957, mesmo sendo obra quase contemporânea das duas outras, dá muito mais importância ao assunto: pela primeira vez, os três processos são tratados em sequência; a indução é o único processo ilustrado por esquemas, algo que ocorre, em termos temporais, pela primeira vez nas obras avaliadas. Ram1976 destaca apenas o contato e a indução, talvez por ter mencionado o atrito ao falar do âmbar, e usa esquemas para os três processos; linha semelhante à de Car1993. Já Omo1982 simplesmente menciona os processos, esquematizando apenas a indução, no que se pode considerar um retrocesso. Chi1992 inova ao usar ricamente esquemas e fazer relação direta com eletroscópios; Art2014 segue essa linha, à exceção dos eletroscópios. Gas2003, PC2005 e Gui2014 são mais sintéticos e preferem deixar a contextualização em quadros.

A respeito da abordagem dos eletroscópios, podemos separar as obras em algumas categorias. Duas das obras pertencem a uma categoria elevada



em termos da importância que dá ao assunto. Nelas, os eletroscópios são tratados como motivadores do estudo da indução: Rom1928 e Chi1992. A categoria que tem o maior número de obras é aquela em que os eletroscópios são abordados como consequência ou exemplo de aplicação da indução: Nob1929; Pie1957; Ram1976; Car1993; Gas2003; Gui2014. Tanto a primeira quanto a segunda forma de abordagem podem ser consideradas adequadas no contexto didático escolhido, a despeito da diferença. Três são as obras que tratam com importância reduzida o subtema: nelas, os eletroscópios são mencionados apenas por sua finalidade, sem detalhes sobre a sua associação com a indução, ou seja, sem explicação da razão pela qual funcionam: Fre1949; Alc1965; Omo1982. Em duas obras, os eletroscópios não são expostos: PC2005 e Art2013. Assim, a atenção dada ao subtema “eletroscópios” não guarda significativa relação com a época em que foi escrita a obra, mas parece estar associada ao grau de profundidade da obra, em geral.

4.3 A lei de Coulomb e a distribuição das cargas

Acerca do subtema “lei de Coulomb”, Rom1928 é obra curiosa, pois é a única que fala de uma “lei de Coulomb magnética”, além da elétrica. Também é a única obra em que a definição da unidade de carga elétrica é feita em termos de eletrólises de certas massas de determinadas substâncias químicas. O autor de Rom1928 é engenheiro químico. Talvez por isso dá ênfase maior a dispositivos eletroquímicos. Sua opção por dar enfoque associado à sua própria formação profissional, e não àqueles conhecimentos comumente atribuídos ao conteúdo disciplinar da Física, pode estar associado à inexistência de um programa unificado de ensino de Física secundária à época.

Sobre a distribuição de cargas em corpos extensos, a maioria das obras analisadas mostra experiências que provam ou fazem uso do “poder das pontas”. São elas: Rom1928; Nob1929; Fre1949; Pie1957; Omo1982; Car1993; Gas2003; Art2013; Gui2014. Uma obra apenas cita o “poder das pontas”: Alc1965. Três outras sequer tratam do assunto: Ram1976; Chi1992; PC2005. Com isso, tais obras não explicam por que as cargas se acumulam na



superfície do corpo eletrizado. Curiosamente, todos os livros analisados até Alc1965 têm a mesmíssima ilustração do “vento elétrico”, experiência que mostra o “poder das pontas”. As obras só deixaram de ter tal ilustração quando deixaram de abordar o experimento. Somente Gui2014 retoma o “vento elétrico”, denominando-o “sopro elétrico”, agora com outra ilustração.

A maioria das obras explica a balança de torção, aparelho que teria possibilitado a dedução da relação quantitativa de atração e repulsão de cargas elétricas por Charles Augustin de Coulomb: Rom1928; Nob1929; Fre1949; Alc1965; Ram1976; Chi1992; Car1993; Gas2003; Art2013. Duas obras limitam-se a mencionar a balança de torção: PC2005 e Gui2014. Outras duas sequer lhe fazem referência: Pie1957 e Omo1982. Desprezar o método científico que deu origem a uma lei pode fazer com que a ciência seja tomada como obra de gênios com pulsos de ideias brilhantes, e não como, na maioria das vezes, fruto de um trabalho duro, longo e de contribuição de muitos (POMBO; LAMBACH, 2015).

Além disso, em todas as obras em que há representação da balança de torção, sua função é, meramente, a de ilustrar, o que é uma função muito superficial, insuficiente. É importante que as representações gráficas de livros didáticos busquem ter função explicativa, para além da função ilustrativa ou da função expositiva. Isso é o que justificará a sua presença nos livros: seu objetivo didático. No caso, a representação da balança de torção poderia se integrar à explicação da lei de Coulomb.

Poucos autores remetem à semelhança matemática da lei de Coulomb com a de atração de massas, diretamente ou não: Alc1965; Gas2003; PC2005. Até Fre1949, a lei de Coulomb era tratada como “leis de Coulomb”, separando-se a relação de proporcionalidade direta com o produto das cargas da relação de proporção inversa ao quadrado da sua distância. Todos os autores até Alc1965 tratam da massa elétrica, conceito equivalente ao de carga, talvez como forma de associar a lei de Coulomb com a lei de atração de massas de Newton.

Ram1976, PC2005 e Art2013 exibem modelo gráfico para mostrar a relação entre a força e a distância entre as cargas pela lei de Coulomb.



Modelos gráficos somente ilustram a relação dada pela lei, não possuindo escalas em pelo menos um dos eixos, diferentemente dos gráficos verdadeiros. São diferentes de gráficos de dispersão, que resultam da disposição de dados experimentais a partir dos quais Coulomb poderia ter deduzido a relação matemática. Assim, nenhuma das obras deste estudo, nem mesmo as três em destaque, aproveitou o contexto da lei de Coulomb para explorar gráficos de dispersão, produtos do método científico que permitem deduções de relações matemáticas. As consequências dessa omissão ficam evidentes no ensino superior, por exemplo (MIRANDA, 2008),

4.4 O campo elétrico

O conceito de campo elétrico não é abordado pelos livros da década de 1920, Rom1928 e Nob1929. Em contraste, Fre1949, apresenta abordagem exclusiva: trata, no capítulo anterior ao de campo elétrico, do conceito de campo, de forma geral, e de campo gravitacional. Depois de campo elétrico, ele fala de campo magnético. Ou seja, a abordagem do conceito de campo é unificada.

Em quatro das nove obras que abordam o assunto, há a relação do campo elétrico com o gravitacional: Fre1949; Ram1976; Gas2003; PC2005. Em duas outras, trabalha-se com analogias: Chi1992 trabalha com o alcance do odor de um frasco de perfume aberto; Art2013 aborda o curso das águas de um rio, com pedaços de madeira como corpos de prova. Porém, obras como Omo1982 e Car1993 mencionam o conceito de campo sem explicá-lo, o que, do ponto de vista didático, é uma grande perda, pois campo é um conceito científico de grande valor quando adequadamente abordado (KRAPAS; SILVA, 2008)

Buscamos, também, comparar as obras quanto à sequência adotada para abordagem dos assuntos ligados ao subtema campo elétrico. A maioria das obras que apresenta conceito de campo adota uma sequência comum: conceito de campo; vetor campo; campo gerado por carga; linhas de força. São elas: Fre1949; Ram1976; Omo1982; Car1993; Gas2003; PC2005; Gui2014. As outras quatro obras fazem outras abordagens. Pie1957 trata do campo gerado



por carga somente depois de abordar o conceito de potencial. Alc1965 fala do campo gerado por carga antes de revelar ser esta uma grandeza vetorial. Chi1992 e Art2013 abordam linhas de força antes de falar do campo gerado por carga.

O conceito de fluxo de campo elétrico é desprezado pela maioria dos livros avaliados. A obra que mais avança no tema chega a abordá-lo fazendo uso de limites e derivadas: Pie1957. Outras três tratam do conceito de fluxo usando matemática e geometria elementares: Fre1949; Alc1965; Gas2003. As demais obras não tratam do conceito de fluxo elétrico: Ram1976; Omo1982; Chi1992; Car1993; PC2005; Art2013; Gui2014. Aqui, também parece haver relação direta entre a profundidade da obra e a opção por apresentar e explorar o conceito: obras mais densas foram as que optaram por apresentar e trabalhar com o conceito de fluxo de campo elétrico.

Por fim, um registro: duas obras, Fre1949 e Omo1982, tratam do conceito de pressão eletrostática. Porém, em ambas, observa-se apenas a apresentação da noção, sem explicações ou exploração de seu uso em abordagens quantitativas de fenômenos. É possível entender que, nessa situação de ausência de contexto, a presença de tal conceito se torna didaticamente dispensável

5 Análise descritiva dos livros por época

5.1 Período pré-reformas Francisco Campos e Capanema (1920-1932)

A obra Rom1928 apresenta uma disposição de conteúdos singular. Inicia apresentando os elétrons; então, trata de Eletrodinâmica, de Magnetismo, para, ao fim, voltar à Eletrostática. Como a obra apresenta muitos exemplos da Química, a escolha do autor se justifica. Merece destaque o enfoque nas aplicações do conhecimento, ilustrando várias máquinas eletrostáticas e apresentando seus usos práticos.

Nob1929 prioriza tratamento qualitativo dos fenômenos, para só depois abordá-los quantitativamente. Trata a eletrização por indução quase ao fim, depois de tratar da lei de Coulomb e até do conceito de campo elétrico.



Nob1929 também é uma obra que se preocupa com a prática, como quando fala dos fatores que aceleram o descarregamento, bem como ao listar muitos materiais do cotidiano, como cânhamo e cera, como bons ou maus condutores, respectivamente. Apenas mais recentemente esta característica das obras da década de 1920, de enfatizar as aplicações práticas, vem sendo retomada pelos autores, como é o caso do *frizz* capilar.

Foi perceptível, nestes livros, uma preocupação com a aproximação com o que se considerava a “última tecnologia”. Nesse contexto, caberia ao livro didático de Física explicar por que as máquinas apresentadas funcionam da forma como funcionam. Ou seja, o enfoque era puramente objetivo, muito mais tecnológico que científico. Mais especificamente sobre Eletrostática, os livros didáticos pareciam ter como meta simular livros de magia, explicando o “segredo” por trás de cada fenômeno ou dispositivo. Talvez a Ciência ainda dependesse de ser tratada como magia para receber a necessária atenção, com o livro didático a possibilitar ao leitor aprender seus “truques”.

5.2 Período de vigência das reformas getulistas (1933-1961)

A singularidade de Fre1949 se deve ao currículo oficial vigente à época, em que estava previsto o estudo do conceito de campo de forma integrada. Assim, o capítulo sobre Eletrostática é precedido do capítulo chamado “campo gravitacional” e sucedido pelo capítulo “campo magnético”. É a primeira, dentre as obras estudadas, a tratar do conceito de fluxo de campo elétrico.

Pie1957 é a primeira obra a trazer lista de exercícios incorporada ao texto do capítulo: todos quantitativos. O livro é muito pouco ilustrado, mas tem grande conteúdo teórico e um tratamento matemático muito aprofundado. Um exemplo representativo disto é o fato de este ser o único livro analisado a tratar do conceito de fluxo de campo elétrico com o uso de cálculo diferencial e integral.

Nas décadas de 1940 e 1950, os livros abandonam o caráter de manual tecnológico, e ganham no caráter científico. No entanto, o número de ilustrações e outros tipos de representações visuais acaba reduzido em sua quantidade e sua qualidade. É possível que a postura de receio ou de restrição



da maioria dos alunos em relação à Física derive, entre outras fontes, daí. Os livros deixaram de se associar ao mundo real, ao mundo prático. O nível de abstração começa a subir, podendo prejudicar o interesse e, conseqüentemente, o aprendizado de muitos.

5.3 Período de vigência da primeira LDB (1962-1971)

Alc1965 possui uma das abordagens mais sucintas: todo o conteúdo é abordado em apenas 14 páginas, pequenas, de fontes grandes e figuras enormes. Com isso, exemplos de aplicação matemática aparecem em poucas linhas. Mesmo que a obra enuncie com precisão os conceitos, não os explica nem traz suficientes exemplos, pondo em risco o objetivo pedagógico da obra. Em geral, os conteúdos compactados escolhidos para constar da obra são os que menos comprometeriam a realização de exercícios quantitativos.

Alc1965 é obra da década de 1960, período marcado pela grande variedade de materiais didáticos. Além dos livros, surgem diversos outros materiais, derivados de programas educacionais internacionais ou produzidos por embriões de grupos de pesquisa em ensino de Ciências. Isso era visto de forma negativa pelos primeiros pesquisadores brasileiros na área: as atas do I Simpósio Nacional de Ensino de Física (1970, *apud* ALMEIDA, 1980) apontam a existência de “grande quantidade de livros didáticos, cada um orientado de forma diferente” como uma das causas da baixa qualidade do ensino de Física à época. Mas o mais grave é que a Física seguiu descontextualizada, isolada dos fenômenos que explica, como já ocorria nos livros didáticos nas décadas anteriores.

5.4 Período de influência da lei 5692/1971 (1972-1985)

Ram1976 é a primeira obra a trazer exercícios resolvidos e propor testes reproduzidos de exames vestibulares ao fim de cada capítulo. Assim, é a primeira obra com exercícios não elaborados pelo próprio autor. Ram1976, no afã de reduzir a obra, sacrifica tanto a conceituação quanto o número de exemplos práticos de aplicação do saber. Na mesma linha, Omo1982 é a obra



com o tratamento mais sintético da matéria: a abordagem do tema se faz em somente 11 páginas pequenas. Usa mais páginas para mostrar resoluções de exercícios de vestibulares do que na explicação teórica.

O período 1972-1985 é marcado por uma guinada no formato dos livros. As reduções foram muito intensas: menos exemplos, explicações mais curtas, menos textos complementares, menos ilustrações e esquemas visuais, entre outras, provavelmente como resultado da redução da carga horária dedicada ao ensino de Ciências. A redução excessiva comprometeu a qualidade pedagógica, como também reconheceu Mortimer (1988).

Além disso, os textos passam a apresentar destaques tipográficos. Para Mortimer (1988), tais induções gráficas limitam o trabalho do aluno, pois os destaques já vêm prontos, dispensando o estudante de grifar as partes do texto que lhe são mais importantes e levando a uma aprendizagem memorística.

Quanto ao crescimento brutal na quantidade de exercícios quantitativos, Mortimer (1988) entende que isso se deve a uma mentalidade tecnicista, comportamentalista, do tipo estímulo-resposta, que dominou a Educação no período. Essa concepção se adequava ao conteúdo e ao formato dos testes de ingresso no Ensino Superior da época, que exigiam apenas conhecimentos em nível de memorização (KRASILCHIK, 1987). Isso fomentou o abandono de uma contextualização prática.

5.5 Período de redemocratização na educação (1986-1996)

Chi1992 mostra contraste expressivo com os livros das décadas anteriores, a começar pela ordem dos conteúdos: trata da Eletrodinâmica antes da Eletrostática, rompendo a sequência histórica de desenvolvimento desses saberes. Traz analogias inovadoras e muitos exemplos de aplicação. Car1993, por outro lado, ainda é um livro muito associado ao paradigma do período anterior. Dedicou poucas páginas à teoria e não se preocupa muito com explicações: a prioridade são exercícios resolvidos e sugeridos. Apesar disso, é a primeira obra a usar quadros que ilustram situações da ciência ou do cotidiano, ou seja, textos suplementares de contextualização.



O fim da década de 1980 e o início da década de 1990 representaram uma etapa de transição entre o exagero da abstração e da memorização e aplicação de fórmulas para uma fase em que são respeitados os conhecimentos prévios dos alunos, ainda que esta última novidade seja apenas pontual. Nos livros que analisamos, talvez por serem novas edições de obras mais antigas, ficou bastante nítida a tentativa de adaptar o que já estava escrito segundo o paradigma vigente na fase anterior, com diferentes graus de sucesso.

5.6 Período de vigência da atual LDB, pré-Pnlem de Física (1997-2008)

As obras Gas2003 e PC2005 têm o texto principal muito sintético, lembrando obras da década de 1970. Especialmente em Gas2003, a diferença é o uso muito intenso de quadros suplementares, que ampliam a explicação, mas rompem a sequência do texto principal. Isso parece servir ao objetivo de pré-selecionar conteúdos que, na visão do autor, seriam secundários. Tal opção pode acabar sendo mais nociva justamente para os professores e estudantes que desejam se aprofundar: com tantas interrupções na sequência do texto principal, pode ficar difícil acompanhar sua linha de raciocínio.

A situação, às vezes, é mais grave: por vezes, as obras apenas citam um instrumento ou um fenômeno importante e sugerem que o leitor faça pesquisa por conta própria para conhecê-los melhor. Há uma suposição implícita de que os estudantes têm acesso à internet em simultâneo à leitura do livro. Essa conduta deixa lacunas na leitura, tornando a obra incompleta. Pior: supõe que a internet já foi universalizada. Não é verdade hoje; tanto menos àquela época.

Porém, há avanços: sugerem-se experimentos bem descritos e ilustrados, com materiais acessíveis e de baixo custo. O paradigma experimental é retomado, mas com enfoque na ciência do cotidiano, não na formação técnica. Ganhou força um retorno ao tempo de priorização da compreensão de situações práticas ou reais ante a exploração de resolução exaustiva de exercícios numéricos. O tipo de situação prática é que mudou: antes, discutiam-se temas técnico-profissionais; mais recentemente, o foco é a



ciência do cotidiano, da sociedade, uma ciência para o exercício pleno da cidadania. As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) de 1998 (BRASIL, 1998) e, especialmente, o Enem podem ter influenciado para essa mudança.

5.7 Período do Pnlem/PNLD de Física e novo Enem (2009-2020)

Art2013 introduz os capítulos com temas cotidianos inovadores nos livros didáticos, o que justifica a presença da Física na escola secundária brasileira. Com os conteúdos listados de forma genérica na BNCC e nas DCNEM de 2018, isso parece ser importante para preservar a abordagem da Física e, especialmente, da Eletrostática, nos estudos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Gui2014 tem uma abordagem mais parecida com a de outros livros da época na sequência de subtemas dentro dos temas, mas estes têm uma ordem menos frequente, igual à de Chi1992.

Porém, ambos os livros agudizam a adoção de quadros suplementares ao longo do texto principal, ainda que não mais exijam do leitor que recorra a páginas na internet. Ambos voltam a dar forte atenção aos aspectos quantitativos no texto principal, segregando e deixando em plano secundário os saberes qualitativos. Mesmo sendo obras em sua primeira edição, ou seja, tendo sua origem na década de 2010, trazem recuos a características de outras épocas.

Esse recuo na contextualização e na compreensão conceitual da ciência, com retorno de foco em exercícios quantitativos, não deve ser atribuído somente ao fato de o Enem, segundo Silva (2016), a partir de 2009, ter passado a ser mais conteudista, ou seja, ter mais foco em conhecimentos e menos em competência. Mas o Enem parece ser o maior indutor da mudança. Afinal, o Enem ganhou força como exame vestibular nacional unificado, certificador de conclusão do nível secundário e classificatório para acesso a bolsas, financiamentos e programas universitários de mobilidade acadêmica (BARROS, 2014). O Enem parece ter pesado mais na redação das obras do que os critérios de avaliação pedagógica de obras do PNLD, pois um livro que não sirva para preparar estudantes ao Enem perde chances de ser escolhido



pelos professores, por mais que conste do Guia do Livro Didático do PNLD. Até mesmo na academia, identifica-se uma expectativa de que os livros didáticos de Física aprofundem o viés de preparação para o Enem (SILVA; MARTINS; MÁXIMO, 2016).

6 Conclusões

Os livros didáticos constituem fonte representativa de pesquisa sobre o passado da Educação. Assim, estudar livros didáticos brasileiros de Física secundária editados ao longo do último século nos permitiu obter um panorama amplo sobre a evolução do ensino secundário de Física no país nesse período.

Em linhas gerais, os livros se encaixaram nas características paradigmáticas da época em que foram produzidos e publicados, e das influências a que foram submetidos. Porém, nosso trabalho foi além, pois avaliou detalhes mais sutis, ao escolher analisar, especificamente, a abordagem do tema Eletrostática. Trata-se de tema importantíssimo, que os PCN+ consideravam imprescindível para a compreensão do Eletromagnetismo.

As obras apresentaram grande valorização da prática técnica e boa atualização em relação à ciência dos cientistas na década de 1920, com abordagem, inclusive, de um modelo atômico ainda em construção à época. Passaram por uma época de estagnação nas décadas de 1940 e 1950, deixando de acompanhar a evolução científica e tecnológica e aumentando o grau de abstração. Na década de 1960, a diversidade de obras se amplia, mas a Física seguiu descontextualizada, descolada dos problemas reais.

Na década de 1970 e na primeira metade da década seguinte, a redução de carga horária de Física e o interesse crescente por exames vestibulares forçaram a adoção de uma linguagem extremamente enxuta e objetiva, com dedicação quase exclusiva à solução de questões quantitativas extraídas dos exames de ingresso, não sendo diferente na abordagem de Eletrostática.

Ao longo da segunda metade da década de 1980 e em quase toda a década seguinte, observou-se uma fase de transição. Esta se consolidou com a LDB de 1996, as DCNEM e o Enem de 1998, em uma retomada de uma ciência interdisciplinar, mais contextualizada no cotidiano do aluno. No entanto,



a mudança do Enem, em 2009, leva a uma reversão da tendência de exploração mais conceitual e qualitativa dos fenômenos físicos, em favor de uma abordagem mais matematizada. A contextualização perde o protagonismo, passando a quadros suplementares e outras formas de apagamento.

Ao longo destes 100 anos, os livros de Física não parecem ter atingido o objetivo de tornar a aprendizagem da Física mais estimulante, associando o sucesso do estudante à compreensão de fenômenos, e não à solução exata de problemas numéricos. Deveria ser meta a priorização do entendimento dos princípios físicos e do estímulo à sua associação com os fenômenos naturais e sociais presentes no universo do aluno. Em outras palavras, as obras deveriam estimular o uso da lógica, o questionamento, a ação.

A BNCC, que reflete o currículo teórico, advoga favoravelmente a essa abordagem, focando desenvolvimento de competências específicas e habilidades, sem elencar conteúdos. Porém, o Enem, que orienta o currículo prático, segue na direção oposta, listando objetos de conhecimento associados às matrizes de referência e, nos itens do exame, valorizando a memorização e a matematização do saber físico. Assim, as chances de vermos uma mudança efetiva em prol da compreensão da ciência Física continuarão diminutas.

Referências

ALMEIDA Junior, João Baptista de. A evolução do ensino de Física no Brasil: 2ª parte. **Revista de Ensino de Física**, v.2, n.1, p.55-73, 1980. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol02a06.pdf>. Acesso em: 4 mar.2021.

ALVARES, Beatriz Alvarenga. Livro Didático – análise e seleção. In: MOREIRA, Marco Antonio; AXT, Rolando (Orgs.). **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4368998/mod_resource/content/2/texto%203.pdf. Acesso em: 17 nov.2021.

BARROS, Aparecida da Silva Xavier. Vestibular e Enem: um debate contemporâneo. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v.22, n.85, p.1057-1090, out./dez.2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362014000400009>. Acesso em: 3 mar.2021.

BELMIRO, Celia Abicalil. A imagem e suas formas de visualidade nos livros didáticos de Português. **Educação & Sociedade**, v. 21, n. 72, 2000. Disponível



em: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302000000300002>. Acesso em: 2 mar.2021.

BITTENCOURT, Circe Maria Fernandes. O que é o livro didático? In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE LITERATURA INFANTO-JUVENIL, LIVRO DIDÁTICO E PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE NA FORMAÇÃO DE LEITORES, 2., 1995, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo, SP: Faculdades Teresa Martin, 1996.

BITTENCOURT, Circe Maria Fernandes. Disciplinas escolares: história e pesquisa. In: OLIVEIRA, Marcus Aurelio Taborda de; RANZI, Serlei Maria Fischer (Orgs.). **História das disciplinas escolares no Brasil**: contribuições para o debate. Bragança Paulista: Edusf, p. 9-39, 2003.

BITTENCOURT, Circe Maria Fernandes. Autores e editores de compêndios e livros de leitura (1810-1910). **Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 475-491, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n3/a08v30n3.pdf>. Acesso em: 28 fev.2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 5 mar.2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução 3**, de 26 de junho de 1998. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF: Conselho Nacional de Educação, 1998. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rceb03_98.pdf. Acesso em: 3 mar.2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 3 mar.2021.

BRASIL. **Lei 4024**, de 20 de dezembro de 1961. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4024.htm. Acesso em: 3 mar.2021.

BRASIL. **Lei 5692**, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5692.htm. Acesso em: 3 mar.2021.

BRASIL. **Lei 9394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 3 mar.2021.



BRASIL. **Lei 13415**, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm. Acesso em: 3 mar.2021.

BRASIL. **Decreto 91542**, de 19 de agosto de 1985. Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2020. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91542-19-agosto-1985-441959-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 3 mar.2021.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva. As imagens no livro didático. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindoia. **Atas** [...]. Águas de Lindoia, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 1997.

CORRÊA, Rosa Lydia Teixeira. O livro escolar como fonte de pesquisa em História da Educação. **Cadernos Sedes**, v.20, n.52, p.11-24, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v20n52/a02v2052.pdf>. Acesso em: 2 mar.2021.

GATTI Júnior, Décio. Cultura escolar e massificação do ensino no Brasil: livros didáticos, saberes disciplinares e práticas pedagógicas (1960-1990). In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, 2., 1998, São Paulo. **Atas** [...], volume 1. São Paulo, SP: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1998.

GHIRALDELLI Júnior, Paulo. **História da Educação Brasileira**. São Paulo: Cortez, 2006.

GOODSON, Ivor F. **Currículo: teoria e história**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

GUÇÃO, Maria Fernanda Bianco; BOSS, Sérgio Luiz Bragatto; SOUZA Filho, Moacir Pereira de; CALUZI, João José. Uma análise do conteúdo histórico nos livros didáticos do ensino médio: eletrostática. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 11., 2008, Curitiba. **Atas** [...]. Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 2008. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epenf/xi/atas/resumos/T0140-1.pdf>. Acesso em: 4 mar.2021.

KRAPAS, Sonia; SILVA, Marcos Corrêa da. O conceito de campo: polissemia nos manuais, significados na física do passado e da atualidade. **Ciência &**



Educação, Bauru, v.14, n.1, p.15-33, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000100002>. Acesso em: 5 mar.2021.

KRASILCHIK, Myriam. A evolução no ensino das Ciências no período 1950-1985. In: KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo de Ciências**. São Paulo: EPU/Edusp, 1987.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Livros didáticos: obstáculos verbais e substancialistas ao aprendizado da ciência química. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 74, n. 177, p. 309-334, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.74i177.1196>. Acesso em: 28 fev.2021.

MARTINS, Maria Inês; HOSOUME, Yassuko. Livros didáticos de Física no Brasil: editoras, autores e conteúdos disciplinares – da Reforma Capanema à LDB de 1996. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL LIVRO DIDÁTICO: Educação e História, 1., 2007, São Paulo. **Programa [...]**. São Paulo, SP: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2007.

MATHIS, Philip M. Justifying science in an era of vocationalism. **Science Education**, v.61, n.1, p.99-104, 1977. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.3730610111>. Acesso em: 17 nov.2021.

MILLS, Virginia. History of science: Gray and gold. **Blog of the Royal Society**, 18 ago.2020. Disponível em: <https://royalsociety.org/blog/2020/08/gray-and-gold>. Acesso em: 17 nov.2021.

MIRANDA, Mara Lúcia de. **Correlação e regressão em curso de engenharia: uma abordagem com foco na leitura e interpretação de dados**. 159 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20150313114827.pdf. Acesso em: 5 mar.2021.

MOREIRA, Marco Antonio; AXT, Rolando. O livro didático como veículo de ênfases curriculares no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 8, n. 1, p. 33-48, 1986. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol08a04.pdf>. Acesso em: 1 mar.2021.

MORTIMER, Eduardo Fleury. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. **Em Aberto**, v.7, n.40, p.25-41, 1988. Disponível em: <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2042>. Acesso em: 3 mar.2021.

NICIOLI Junior, Roberto Bovo. **O conteúdo de Cinemática nos livros didáticos de 1810 até 1930**. 166 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

NICIOLI Junior, Roberto Bovo; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. O livro didático de Física: o caso da cinemática. In: ENCONTRO DE



PESQUISADORES DE LIVRO DIDÁTICO, 1., 2006, São Paulo. **Resumos** [...]. São Paulo, SP: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.

NICOLI Junior, Roberto Bovo; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. O ensino de Física no século XIX por meio dos livros didáticos: o caso da cinemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17., 2007, São Luís, MA. **Atas** [...]. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física, 2007. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/atas/resumos/T0012-1.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2021.

NICOLI Junior, Roberto Bovo; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. As diferentes abordagens do conteúdo de Cinemática nos livros didáticos do ensino de Ciências brasileiro (1810-1930). **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo (Espanha), p.199-225, mar.2008a. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART10_Vol7_N1.pdf. Acesso em: 28 fev.2021.

NICOLI Junior, Roberto Bovo; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. A disciplina e o conteúdo de Cinemática nos livros didáticos de Física do Brasil (1801 a 1930). **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.13, p.275-298, set.2008b. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/443>. Acesso em: 1 mar.2021.

POMBO, Fernanda Mariano Zacarias; LAMBACH, Marcelo. Compreensões da visão da ciência e do cientista entre os estudantes do ensino de ciências e química da EJA. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba, PR. **Atas** [...]. Curitiba, PR: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19828_10757.pdf. Acesso em: 3 mar. 2021.

SAVIANI, Dermeval. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. Campinas: Autores Associados, 2008.

SILVA, Márcio Lima da. **A Física no Enem dos anos 2008 e 2009 sob o olhar do movimento: ciência, tecnologia e sociedade**. 104 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Práticas Educacionais) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://bibliotecatede.uninove.br/handle/tede/1354>. Acesso em: 3 mar.2021.

SILVA, Vailton Afonso da; MARTINS, Maria Inês; MÁXIMO, Edivaldo Lima. O Enem nos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLD 2015. **Ciências & Ideias**, v.7, n.3, p.200-211, set./dez.2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22407/2176-1477/2016.v7i3.513>. Acesso em: 3 mar.2021.

SUMMERS, Donald B. Are high school chemistry texts up-to-date? **Journal of Chemical Education**, v.37, n.5, p.263-264, 1960. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed037p263>. Acesso em: 1 mar.2021.



WISMER, Susan. Eighteen Tips: a guide for including everybody in science, technology, engineering, and mathematics. **Canadian Woman Studies**, v.17, n.4, p.115-118. Disponível em: <https://cws.journals.yorku.ca/index.php/cws/article/viewFile/8786/7963>. Acesso em: 3 mar.2021.

WUO, Wagner. **A Física e os livros**: uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio. São Paulo: Educ; Fapesp, 2000.

38

WUO, Wagner. O ensino de Física na perspectiva do livro didático. In: OLIVEIRA, Marcus Aurelio Taborda; RANZI, Serlei M. Fischer (Orgs.). **História das disciplinas escolares no Brasil**: contribuições para o debate. Bragança Paulista: Edusf, p. 299-338, 2003.

Sobre os Autores

Daniel Perdigão

dperdiga@hotmail.com

Doutor em Ensino de Ciências (Universidade de São Paulo). Professor na Universidade de Brasília.

Michelle Zampieri Ipolito

ipolito@unb.br

Doutora em Ciências (Universidade Federal de São Paulo). Professora na Universidade de Brasília.

