

Uma proposta de categorias de abordagem conceito de “Energia” nos conteúdos de Mecânica de livros didáticos entre 1904 e 1945

A proposal of features “Energy” concept approach in the contents of Mechanics of didactic books between 1904 and 1945

Esdras Viggiano

Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM
esdras@ensinodeciencias.com

.....

Breno Arsioli Moura

Universidade Federal do ABC–UFABC
breno.moura@ufabc.edu.br

Resumo

Neste trabalho, apresentamos uma redução de investigação mais ampla, apontando como o conceito de Energia é apresentado nos conteúdos de Mecânica de três livros didáticos publicados entre 1904 e 1945. Realizamos um recorte de análise internalista, isto é, olhamos para o conteúdo dos livros didáticos sem nos aprofundarmos nas questões históricas do período analisado. O resultado indica presença de termos não mais utilizados e da diferença entre livros de períodos distintos da História do Ensino de Física. Os resultados por ora obtidos podem subsidiar trabalhos mais amplos.

Palavras chave: Livro didático, Energia, Mecânica.

Abstract

In this paper, we presented a reduction of a study in which we investigated how the concept of Energy is approached along the Mechanics content in didactic books published between 1900 and 1950. We used an internalist view, which means that we focused on the content, not on the historical context. The results show that some words not used nowadays were very common and that there were clear differences between the contents of books published in distinct periods.

Key words: Didactic book, Energy, Mechanics

Introdução

A pesquisa sobre livros didáticos de Física tem se constituído como uma maneira de entender o próprio desenvolvimento do Ensino de Física, na medida em que traça relações entre aquilo que foi apresentado nos livros e o contexto educacional da época em que foi publicado. O livro didático pode ser entendido, assim, como um registro histórico, uma fonte de informações para entendermos como os conceitos da Física eram compreendidos e, principalmente, ensinados em um determinado contexto. Como salienta Corrêa (2000, p.13),

[...] a relação entre livro escolar e escolarização permitem pensar na possibilidade de uma aproximação maior do ponto de vista histórico acerca da circulação de idéias sobre o que a escola deveria transmitir/ensinar e, ao mesmo tempo, saber qual concepção educativa estaria permeando a proposta de formação dos sujeitos escolares. Nesse sentido, esse tipo de fonte pode servir como indicador de projeto de formação social desencadeado pela escola.

Neste trabalho, analisaremos o conceito de “Energia” presente em uma seleção de livros didáticos publicados entre 1904 e 1945, sob a perspectiva da Mecânica. A escolha deste conceito está balizada por sua relevância no Ensino de Física, uma vez que perpassa toda a Física, bem como é importante para as demais Ciências (e.g. Química, Biologia, Geologia) e praticamente todo o ensino formal de conceitos físicos em diversas subáreas desta ciência, desde a visão mais tradicional da Mecânica Clássica até a Mecânica Quântica. Acreditamos que tal recorte de pesquisa é relevante por indicar mudanças no destaque e no tratamento dado a este conceito especificamente, indicando tendências de como esse conceito era tratado nas escolas no período. Por sua vez, o recorte escolhido é a subárea Mecânica pelo fato do conceito de “Energia” ser até os dias de hoje fortemente tratado neste conteúdo.

Neste trabalho, apresentamos a análise de apenas três, apesar de termos analisado um conjunto mais amplo de obras. Estamos cientes que as mesmas – apesar de importantes – não representam todo o período analisado, mas indicam elementos relevantes para uma discussão no âmbito do Ensino de Ciências e podem subsidiar outras pesquisas. Portanto, assumimos como objetivo de pesquisa: *Apontar característica que possam apontar categorias de análise de como a Energia é tratada na sub-área de Mecânica em Livros Didáticos.*

Referencial Teórico

Para a realização da análise apresentada neste trabalho, foram considerados alguns pressupostos teórico-metodológicos norteadores da pesquisa em livros didáticos no Brasil e no mundo. Discutiremos brevemente alguns deles.

Choppin (2004) faz uma extensa análise do estado da arte das pesquisas sobre livros didáticos. Segundo ele, uma das razões para que se pesquise sobre livros didáticos (LD) é a sua presença crucial nos contextos educacionais de todo o mundo, inclusive no Brasil. O autor descreve quatro funções essenciais que os livros podem exercer, considerando o cenário sociocultural no qual é produzido, publicado e utilizado: (i) *função referencial*: o livro é o reflexo dos programas educacionais da época; (ii) *função instrumental*: o livro é fundamentado em métodos de aprendizagem vigentes; (iii) *função ideológica e cultural*: o livro busca transpor os valores e referências da classe dominante para as outras classes; (iv) *função documental*: o livro tem o propósito de desenvolver o senso crítico do estudante. Choppin (2004) também caracteriza tipos de pesquisa sobre livros didáticos em duas grandes

categorias de pesquisa: aquelas que analisam seus conteúdos e aquelas que os consideram objetos de um contexto.

Já Wuo (2003), em sua extensa análise sobre as relações entre os livros didáticos e o Ensino de Física, destaca, de forma geral, a relevância de estudos sobre livros didáticos, uma vez que “o livro exibe uma perspectiva indispensável para configurar o território complexo da educação escolar” (WUO, 2003, p. 309). Em uma vertente ligeiramente distinta, Moreira e Axt (1986) consideram os livros como representantes de ênfases curriculares, sendo essas entendidas como mensagens sobre a Ciência que são transmitidas em sala de aula. Dessa forma, estudar a história do livro didático pode auxiliar a delinear caminhos para uma compreensão maior dos processos educacionais, contribuindo para que se esclareçam as características de contextos escolares de diferentes períodos.

Já Alvarenga (1991) critérios para análise e seleção de livros didáticos de Física importantes de serem observados para sua análise e escolha para adoção: (a) verificar as ênfases curriculares tratadas nos livros – a partir de Moreira e Axt (1986); (b) averiguar a linguagem utilizada nos livros; (c) presença de questões do cotidiano e se relacionam os conteúdos discutidos com o desenvolvimento tecnológico da época; (d) analisar qual o nível do tratamento matemático e a presença do caráter experimental da Física; (e) caracterizar exercícios e problemas disponibilizados e, por último, (f) realizar cortes e aprofundamentos que forem necessários, de acordo com a realidade de cada contexto educacional.

Martins e Hosoume (2007) analisam os diversos livros didáticos de Física publicados entre as décadas de 1940 e 1990, período que compreende desde a Reforma Capanema e Nova LDB. As autoras caracterizaram a amostra de livros de acordo com os períodos em que foram publicados, procurando compreender a influência do contexto sociocultural e os livros de cada período. Observaram, por exemplo, a hegemonia da cidade de São Paulo como sede das principais editoras, a formação dos autores – destacando a presença de formados em Física pelas antigas faculdades de filosofia e de engenheiros em meados da década de 1970 –, a flutuação do uso de atividades experimentais em diferentes décadas, entre outros pontos.

Em outra perspectiva, imersa numa abordagem mais internalista, análises históricas das obras didáticas podem indicar as transformações no ensino de um determinado conceito, no caso, um conceito físico. Nicioli Jr. (2007), por exemplo, tem como um dos segmentos de seu trabalho, o desenvolvimento de um amplo estudo histórico do conteúdo de cinemática em livros didáticos entre 1810 e 1930. Em sua análise, o autor destaca a passagem, ao longo dos anos, de um ensino de cinemática mais descritivo, na forma de lições, para uma algebrização do conteúdo, com a dedução de equações e resolução de exercícios.

Metodologia

Pesquisas como o de Nicioli Jr. (2007) podem propiciar uma apresentação mais clara sobre como os conceitos físicos eram (e são) abordados nos livros didáticos. Acreditamos que tal enfoque é relevante por indicar mudanças no destaque e no tratamento dado a determinados conteúdos, indicando tendências sobre o ensino dos conceitos físicos em variadas épocas. Fundamentado neste enfoque, neste trabalho analisaremos a apresentação e discussão do conceito de *energia* em livros didáticos publicados no Brasil entre 1904 e 1945. Pelo fato deste conceito ser central e estar presente em diversas áreas da Física, optamos por analisá-lo na esfera da Mecânica. Por meio deste estudo, procuramos identificar as características de como o conceito energia era abordado nos livros didáticos no período de 1904 a 1945.

A seleção dos LD foi realizada com base nos estudos de autores da área de história do livro didático (NICIOLLI JR., 2007; MARTINS; HOSOUME, 2007; WUO, 2003). Segundo Wuo (2003), os livros didáticos do século XX podem ser divididos em quatro fases: livros do início

do século XX; livros entre as décadas de 1930 e 1960; entre as décadas de 1960 e 1970; da década de 1970 em diante. O autor salienta que nem todos os livros seguem a mesma tendência no mesmo período. Nesse sentido, alguns livros podem antecipar tendências anteriores, outros ainda se relacionam com uma tendência anterior, e outros são diferenciados não se assemelhando com perspectivas de abordagem próximas.

Nessa pesquisa, apresentamos três livros (dos oito analisados em pesquisa mais ampla) pertencentes às duas primeiras fases descritas por Wuo (2003): início do século XX e período entre as décadas de 1930 e 1945.

1. *Livros do início do século XX (até 1930)*: apresentavam detalhada descrição da tecnologia da época. Os livros continham centenas de figuras de aparelhos e equipamentos, indicando que a Física reuniria os modelos para explicar qualitativa e quantitativamente o funcionamento de uma determinada máquina. Os livros mais pareciam manuais de Física.
2. *Livros entre as décadas de 1930 e 1960*: apresentavam uma quantidade reduzida de descrições de aparelhos, mas mantinham a tendência em discutir a Física de modo qualitativo. Os livros tinham caráter objetivo, apresentando leis e ideias científicas como postulados, sem qualquer possibilidade de serem questionados.

Os dados dos livros podem ser conferidos na *Tabela 1*.

Título	Autor	Editora	Edição	Ano de publicação	Fase
Physica	J. Langlebert	Livraria Garnier	58 ^a	1904	1 ^a (até 1930)
Physica	Vários autores	FTD	-	1927	
Física para a primeira série do curso científico	Hypérides Zanello	Companhia Editora Nacional	-	1945	2 ^a (de 1930 e 1945)

Tabela 1: Livros analisados.

Na Mecânica, o conceito de energia aparece usual e atualmente como um pilar conceitual. A lei da conservação de energia, as discussões sobre energia cinética, energia potencial e energia mecânica, a relação deste conceito com o trabalho e a potência mecânica são pontos consensualmente considerados importantes para a compreensão dos fenômenos naturais e para o entendimento dos conceitos físicos ligados à Mecânica. Partindo destes pontos, a pesquisa realizada buscou analisar os livros a partir das seguintes perguntas, e do objetivo já apresentado na introdução:

- a) Qual é o destaque dado ao conceito de energia?
- b) Qual é a relação de energia com o conceito de trabalho?
- c) O tratamento do conceito energia corresponde às características das épocas definidas por Woo (2003)?

Por meio destas perguntas, procuramos estabelecer caracterizar o tratamento desse conceito, indicando tendências seguidas pelos livros, linguagens adotadas, formas de apresentação das ideias, entre outras discussões.

Análise

Para facilitar a visualização dessas tendências presentes nos livros, separamos a análise de cada um em subseções. Descreveremos as partes que consideramos mais significantes, comentando-as logo em seguida. Preservaremos a grafia original das palavras, uma vez que conserva características da linguagem do período de elaboração da obra didática.

Physica – J. Langlebert (1904)

Langlebert foi professor e doutor em medicina e seu *Physica* foi um livro amplamente divulgado (NICIOLI JR., 2007, p. 94). O livro apresenta exercícios ao longo dos capítulos, possuindo seções de definição de unidades, de resumo e de fórmulas. Os conceitos são considerados separadamente da formalização matemática. Apesar de não fazer uma abordagem histórica, por vezes, fica implícito um contraste de conceitos e unidades de épocas diferentes, indicando – mesmo que superficialmente – o desenvolvimento do modo como os conceitos científicos eram ensinados. Há uma tentativa de realizar descrições e há utilização significativa de figuras de instrumentos e máquinas simples. Por este motivo, podemos considerar que o livro segue a tendência da primeira fase do século XX definida por Wuo (2003). No texto, Langlebert (1904, p. 15, destaques nossos) introduz a ideia de *força viva*, propriedade do corpo ligada ao movimento, equivalente ao conceito de *energia cinética*:

Todo corpo em movimento é capaz de produzir em um momento dado efeitos mecanicos, cuja grandeza depende ao mesmo tempo da sua massa e da sua velocidade. [...] Esta potencia dinamica [...] é designada pelo nome de *força viva* ou *energia actual*.

Em seguida, o autor afirma que a *força viva* ou *energia actual* seria igual à metade do produto entre a massa do corpo e sua velocidade, ou seja, $\frac{1}{2}mv^2$, a relação para o que conhecemos por energia cinética. Identifica-se a utilização do termo “potencia dinamica”, o que nos parece vir do senso comum, que associa às vezes a palavra potência com capacidade para se mover. Nos trechos posteriores, Langlebert (1904, p.16, destaques nossos) discutiu o conceito de energia potencial, o qual também chamou de *força de tensão*, numa clara analogia à *força viva* descrita acima.

Ao lado da energia actual ou força viva dos corpos em movimento existe um outro modo de energia que certos corpos têm pela sua posição ou pela sua natureza. [...] este modo de energia recebeu o nome de *energia potencial* ou *força de tensão* [...].

Nestas partes, em que o conceito de energia é discutido, notamos a ênfase dada a situações, de certa forma, práticas, por exemplo, as descritas como, por exemplo, no extrato “produção das pólvoras explosivas, da nitroglycerina”. As abordagens denotam a primeira fase destacada por Wuo (2003), abordada na seção anterior. Embora, nesta parte, em especial, o livro não discute aparatos tecnológicos, o livro apresentou diversas discussões sobre muitos destes. Não identificamos explicitação direta da relação entre energia e trabalho nesta obra.

Physica – Vários autores – FTD (1927)

O *Physica* da FTD era destinado ao curso secundário, apresentando um tratamento conceitual da Física e fornecendo diversas ilustrações e alguns exercícios. Na parte onde discute o conceito de energia, não há relações matemáticas nem exercícios, embora sua introdução do livro indica a importância dada pelos autores à sua compreensão e diferenciação para a aprendizagem dos conceitos discutidos nos capítulos posteriores. A coleção FTD, da qual este livro faz parte, foi criada originalmente na França. Segundo Nicioli Jr. (2007, p. 113-14), a coleção no Brasil tinha alguns propósitos principais, tais como: tradução para o português das obras francesas; adaptação dessas obras às necessidades pedagógicas do país e produção de alguns textos próprios para o público brasileiro; preços reduzidos dos livros e os lucros que houvessem deveriam ser convertidos em fundos para aumentar a qualidade dos livros.

A obra da FTD introduz o conceito de energia logo no início no conteúdo de mecânica, na

parte intitulada “Preliminares”. Podemos supor que este conceito desempenharia um papel importante para a compreensão dos outros assuntos, tanto em Mecânica como em outras áreas da Física. Segundo os autores, *energia* “é a força em exercício; é a capacidade de produzir certo trabalho” (FTD, 1927, p.9). Embora, da mesma forma que Langlebert (1904), o *Physica* ainda apresente uma relação estrita entre *energia* com a realização de *trabalho*, é interessante a utilização do termo “força em exercício”, levando a uma alusão de que a *energia* seria resultado de uma *força* sendo utilizada para realizar alguma tarefa.

Os autores diferenciaram os tipos de energia fazendo referência a objetos e instrumentos, provavelmente, procurando familiarizar o leitor com os conceitos discutidos por meio de situações concretas, que poderiam ser visualizadas por um exercício de imaginação:

Um peso suspenso no ar é capaz de movimentar o mecanismo de um relógio; uma mola esticada pode produzir ou regularizar um movimento [...] Em todos esses exemplos, a energia pode produzir um trabalho e chama-se *energia potencial* ou de *posição*. [...] a bala de uma espingarda atravessa uma árvore, uma queda de água toca a roda de um moinho [...] Nesses vários casos, a energia produz effectivamente trabalho e chama-se *energia de movimento* ou *energia cinética*. [...]. (FTD, 1927, p.9, destaques nossos).

Os autores seguem discutindo exemplos do que chamam de *energia calorífica* (metal sendo aquecido por atrito), *energia elétrica* (fio percorrido por uma corrente capaz de acender uma lâmpada) e *energia química* (combustão de carvão para gerar movimento de uma locomotiva).

Nos trechos seguintes, os autores discutem as fontes de energia, as quais, segundo eles, seriam as duas principais: *energia mecânica*, “como a dos rios, dos braços do homem” e a *energia química*, “como a dos combustíveis”. Entretanto, o livro não contém referência se as *energias calorífica* e *elétrica* relacionam-se com fontes de energia abordadas nos trechos acima. Posteriormente, os autores tratam da conservação de *energia*. Colocam duas situações em que a conservação seria notada: “a energia mecânica transforma-se em calor”, abordando fatos como o atrito aquecer um pedaço de vidro; e “o calor transforma-se em movimento”, colocando a questão de a pólvora produzir gases com altas temperaturas.

Física para a primeira série do curso científico – H. Zanello (1945)

Publicado em 1945, o livro de Zanello denota de forma explícita a segunda fase apontada por Wuo (2003). Com menos descrições de aparatos tecnológicos, o Física aposta numa discussão mais voltada à compreensão do conceito físico, embora ainda mantenha características como a objetividade e o tratamento marcadamente conceitual. Inicialmente Zanello (1945, p.76) propõe que “não se conhece energia a não ser por suas manifestações”, ou seja, ele não definiu explicitamente o conceito. Por sua vez, há uma ênfase na igualdade entre *energia* e *trabalho*. Além disso, também há um destaque à *energia mecânica*.

São formas de energia agentes como o calor, a eletricidade, etc., que, atuando sobre os corpos, produzem os fenômenos. Denomina-se **energia mecânica** ou, simplesmente, energia de um corpo, em certo instante, à capacidade que possui êle de produzir certa quantidade de trabalho. (ZANELLO, 1945, p.76)

Nos trechos seguintes, Zanello (1945, pp.76-77, destaques nossos) definiu *energia cinética* e *energia potencial* separadamente.

A energia dos corpos em estado de movimento denomina-se cinética, atual ou de movimento. [...] O corpo em repouso possui energia, a que se denomina *energia potencial* ou *de posição*.

Nestes trechos, pode-se verificar a permanência de termos presentes em livros de períodos muito anteriores (por exemplo, o de Langlebert), tais como energia atual e energia de posição. Outro ponto interessante é a relevância dada ao conceito de *força viva*. Zanello não a definiu em partes anteriores e também não a destacou como fizeram outros autores. Podemos supor que este conceito estava perdendo importância nas discussões sobre *energia*, merecendo desdobramentos outras pesquisas. Zanello estabeleceu o *princípio de conservação de energia*, considerando como consequência a impossibilidade do moto perpétuo.

Portanto, quando o corpo sofre alteração de energia cinética resulta variação equivalente de energia potencial. É em virtude dele que é impossível o movimento perpétuo de primeira espécie, isto é, não se pode obter dispositivo capaz de produzir trabalho sem gasto de energia. (ZANELLO, 1945, p.78)

Em seguida, Zanello cita Mayer sobre a conservação de *energia*: “energia não pode ser criada nem destruída; só é possível transformá-la” (ZANELLO, 1945, p.78). Contudo, a relação entre conservação de *energia* e moto perpétuo não é tão evidente quanto Zanello coloca. Apesar de estabelecer esta impossibilidade como uma consequência direta do princípio da conservação, a compreensão de que “não se pode obter dispositivo capaz de produzir trabalho sem gasto de energia” (Idem) não é facilmente obtida somente com o que foi discutido trechos anteriores. Esta tendência de citar o moto perpétuo na abordagem sobre conservação de *energia* também pode ser vista em outros livros do período, por exemplo, em Freitas (1955). Assim como nos outros livros, no *Física para a 1ª série do curso científico* de Zanello, há um destaque para a relação entre *energia* e *trabalho*. Embora ainda enfatize discussões conceituais, há um tratamento mais físico e matemático dos conceitos. Um detalhe que nos chamou a atenção é o cumprimento, por parte do livro, do programa de Física do curso científico (VECHIA; LORENZ, 1998, p.363), respeitando a “Reforma Capanema”, que entrou em vigor entre 1942 e 1946, período de sua publicação da obra.

Considerações Finais

A análise dos livros didáticos desta pesquisa buscou identificar características de como o conceito de energia era tratado nas obras publicadas entre 1904 e 1946, indicando que este conceito foi considerado em todas as obras, tendo algum destaque em relação a outros conteúdos, de forma geral, foi atrelado ao *trabalho*, seja de forma explícita ou implícita, sendo acentuada tal relação nos livros mais recentes. Poucos livros procuraram definir energia de forma mais específica, apesar de abordá-la. Como afirma Wuo (2003, p.311),

Ao abordar o conceito de energia os autores se esquivam de fornecer uma definição mais abrangente, optando por construir a noção de energia por meio de inúmeros exemplos e relações.

Tal afirmação de Wuo (2003) pode ser confirmada, por exemplo, no livro da FTD, em que exemplos de vários tipos de energia são apresentados a fim de discutir o conceito *energia*.

De modo geral, os livros analisados enquadram-se nas fases apresentadas por Woo (2003). Um aspecto relevante foi a relação da energia com conceito de *força viva*. Enquanto os livros da primeira fase davam um grande destaque ao conceito, o livro da segunda já indicava uma

ligeira perda de importância do mesmo. A análise indicou aspectos interessantes para um entendimento mais amplo do Ensino de Física no período analisado, indicando que a tendência foi de que a energia nos livros mais antigos era mais relacionada a “força viva” – um conceito não utilizado mais –, passando a ter uma caracterização mais clara das formas de energia no final da primeira fase e valorizando a relação, especialmente na segunda fase.

Esta conclusão abre espaço para uma pesquisa mais ampla principalmente sobre a presença do conceito de “força viva”, qual era a interpretação que se dava sobre ele na época e porque foi ignorado posteriormente. Parece-nos que esta mudança não se tratou apenas de uma conveniência dos autores dos livros, mas da influência de uma nova percepção sobre o conceito de energia e, provavelmente, pela compreensão de que o termo “força” não seria mais adequado para denominar energia. Esta hipótese, contudo, somente poderá ser confirmada por meio de uma análise mais detalhada de outras obras, que será apresentada em outro trabalho futuro.

Referências

- ALVARENGA, B.A. Livro Didático: análise e seleção. In MOREIRA, M.A. e AXT, R. (org.). **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, v.30, n.3, p. 549-566, 2004.
- CORRÊA, R.L.T. O livro escolar como fonte de pesquisa em História da Educação. **Caderno Sedes**, ano XX, n. 52, 2000.
- FREITAS, A. **Física**. 1º Livro. 11ª ed. São Paulo: Melhoramentos, 1955.
- FTD. **Physica**. São Paulo: FTD, 1927.
- LANGLEBERT, J. **Physica**: curso elementar de estudos científicos. Rio de Janeiro: Livraria Garnier, 1904.
- MARTINS, M.I.; HOSOUME, Y. Livros didáticos de Física no Brasil: editoras, autores e conteúdos disciplinares - da Reforma Capanema à LDB de 1996. Simpósio Internacional - Livro didático: Educação e História, 2007, São Paulo. Livro Didático - Educação e História. **Atas...**, 2007. v.1. p.1106-1123.
- MOREIRA, M.A.; AXT, R. O livro didático como veículo de ênfases curriculares no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 8, n.1, pp. 33-48, 1986.
- NICOLI JR., R.B. **A história do conteúdo de cinemática nos livros didáticos de 1810 até 1930**. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2007.
- VECHIA, A.; LORENZ, K.M. (org.) **Programa de ensino da escola secundária brasileira: 1850-1951**. Curitiba: Ed. do Autor, 1998.
- WUO, W. O ensino de Física na perspectiva do livro didático. In: OLIVEIRA, M.A.T; RANZI, S.M.F. (org.) **História das disciplinas escolares no Brasil: contribuições para o debate**. Bragança Paulista: EDUSF, 2003. pp. 299-338.
- ZANELLO, H. **Física para a primeira série do curso científico**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1945.