

A TENDÊNCIA BEHAVIORISTA DE EXERCÍCIOS SOBRE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA EM UM LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

THE BEHAVIORIST TENDENCY OF EXERCISES ON CONSERVATION OF MECHANICAL ENERGY IN A PHYSICS TEXTBOOK

Patrick Ribeiro Rodrigues¹, Tamires Christine Dias Rosa², Adriana Aparecida da Silva³

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, pedluro891@gmail.com

² Universidade Federal de Juiz de Fora/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, tamires.christine.dias@gmail.com

³ Universidade Federal de Juiz de Fora/ Departamento de Educação, adrianaaparecida.silva@ufjf.br

Resumo

O livro didático ainda é a referência primordial para o trabalho com os conteúdos da física escolar, gerando acesso aos conteúdos e tendo influência sobre o trabalho docente neste âmbito. Neste trabalho, de natureza qualitativa e interpretativista, buscamos identificar características das teorias behavioristas em conteúdos de “conservação da energia mecânica” em um livro didático adotado em uma escola particular do estado do Rio de Janeiro. Elegemos alguns exercícios do material para comporem o *corpus* da pesquisa e tomamos como categorias para a análise de conteúdo realizada o princípio da frequência de John Watson, as leis do exercício e do efeito de Edward Thorndike e a perspectiva da instrução programada de Burrhus Skinner. Concluímos que o material estudado, embora tenha a proposta de ser centrado na ação dos estudantes em prol da sua aprendizagem e utilize recurso digital (*qr code*) em sua estrutura, abarca uma concepção de mudança comportamental pautada no ensino tradicional.

Palavras-chave: Conservação de energia mecânica, behaviorismo, livro didático, ensino tradicional

Abstract

The textbook is still the primary reference for working with school physics content, generating access to the content and influencing teaching work in this field. In this work, of a qualitative and interpretive nature, we seek to identify characteristics of behaviorist theories in content on “conservation of mechanical energy” in a textbook adopted in a private school in the state of Rio de Janeiro. We chose some exercises from the material to compose the research corpus and took as categories for the content analysis carried out John Watson's frequency principle, Edward Thorndike's laws of exercise and effect and Burrhus Skinner's perspective of programmed instruction. We conclude that the material studied, although it is intended to be centered on students' actions towards their learning and uses digital resources (QR code) in its structure, encompasses a concept of behavioral change based on traditional teaching.

Keywords: Conservation of mechanical energy, behaviorism, textbook, traditional teaching

Introdução

Neste trabalho, exploramos a presença da perspectiva behaviorista em um livro didático de Física, especificamente, em questões relativas ao ensino de conservação de energia mecânica. Tomar o livro didático como objeto de análise justifica-se na compreensão de que “no ambiente escolar, o livro torna-se a principal referência e local de acesso aos conteúdos de Física.” (Moraes, 2011, p. 1), influenciando a forma como o trabalho docente é realizado. Apoiados em Ostermann e Cavalcanti (2011), compreendemos que ainda existem elementos do behaviorismo que perduram nas práticas educacionais e nos recursos didáticos. Nas palavras dos autores,

(...) é comum que [sites, aplicativos, simulações, hipermídias, tutoriais disponibilizados na internet] se autoproclamem “pedagogicamente modernos”. Uma análise mais detalhada pode mostrar que são demasiadamente behavioristas, ou seja, usam tecnologias modernas com fundamentação ultrapassada. (Ostermann; Cavalcanti, 2011, p. 10)

No mesmo sentido, Nogueira (2007 p. 85) aponta que, no cenário educacional, a abordagem behaviorista tem exercido uma influência duradoura e notável, transformando a maneira como compreendemos o processo de aprendizagem em diversas disciplinas, incluindo a Física. Através do estudo rigoroso do comportamento observável, o behaviorismo oferece uma estrutura para analisar como os princípios psicológicos moldam o ensino e a memorização de conceitos científicos complexos (Nogueira, 2007).

Contextualização teórica

O Behaviorismo é uma teoria da Psicologia que busca compreender questões comportamentais, envolvendo as relações entre estímulos, respostas e as consequências do comportamento (Moreira, 1999). Dentre os diferentes teóricos que constituem esta teoria, neste trabalho abordamos as noções oriundas das obras de John B. Watson (1878-1958), Edward L. Thorndike (1874-1949) e Burrhus F. Skinner (1904-1990).

Watson foi o responsável pela transposição dos ideais de Pavlov, os quais foram desenvolvidos a partir de experimentos com animais, para os seres humanos. Para ele, o comportamento estava ligado aos chamados estímulos fisiológicos (Moreira, 1999). Destacamos o Princípio da frequência de sua obra, em que quanto

mais frequente um estímulo, mais provável da mesma resposta a este mesmo estímulo ocorrer. Desta forma, “(...) o professor deverá proporcionar ao estudante o vínculo mais rápido possível entre a resposta que ele quer que o aluno aprenda e o estímulo a ela relacionado”. (Ostermann; Cavalcanti, 2011, p.19).

A partir dos estudos de Thorndike, tratamos das leis do efeito e do exercício. Tal teórico fundamentou o Conexionismo que trata de conexões neurais relacionadas aos estímulos e respostas de um indivíduo. Para o autor, de acordo com a lei do efeito, caso as respostas sejam seguidas de consequências reforçantes ou adversas promoverá, respectivamente, uma maior ou menor probabilidade de que volte a acontecer. Dito de outra forma, um comportamento pode ser reforçado ou atenuado por meio de uma consequência envolvendo reforços positivos e negativos. Já a lei do exercício estabelece que conexões são fortalecidas a partir da prática e são enfraquecidas quando ocorre a interrupção da prática, ou seja, quanto mais uma resposta é dada a certo estímulo, mais forte se torna a associação estímulo-resposta, numa relação de uso e desuso.

Por sua vez, tomamos da abordagem skinneriana as perspectivas de reforços positivo e negativo, instrução programada e do Sistema Personalizado de Ensino (*Personalized System of Instruction* – PSI), técnicas de ensino que vigoraram nas décadas de 1960 e 1970 (Angelo *et al.*, 2016). A respeito dos reforços, os termos positivo e negativo são usados para nos referirmos à inserção ou retirada de estímulos, e não a valores qualitativos associados a bom ou ruim. Reforço positivo é quando ao introduzirmos um novo elemento se tem como consequência o aumento da probabilidade de um determinado comportamento ocorrer; em contrapartida, reforço negativo implica na redução da probabilidade de um comportamento também pela introdução de algum elemento. Dessa forma, o termo "positivo" tem relação com seu significado matemático de acréscimo ou adição e o termo "negativo" de ausência ou subtração (Rezende, 2017).

A instrução programada ou ensino programado tem em sua essência a autoaprendizagem e seu foco principal está no material, desenvolvido para ser facilmente utilizado pelos estudantes. Este material deve ser estruturado em sequências, com pequenas etapas a serem trabalhadas, de modo que o estudante consiga prosseguir por conta própria através das correções das suas respostas às questões e mantendo seu ritmo pessoal de estudo; algo bem similar com a chamada

“máquina de ensinar” criada por Skinner (Slomp, 2007). Assim, ele poderia rever os conteúdos quantas vezes sentisse necessidade (Pimentel; Carvalho, 2021). O PSI, também conhecido como “Método Keller”, “Método dos passos” ou “Aprendizagem por Descoberta”, é uma abordagem pedagógica desenvolvida por Fred S. Keller na década de 1960 e compartilha alguns elementos com a abordagem behaviorista, especificamente com o behaviorismo radical de B.F. Skinner. Essa abordagem se pautava na ideia de que os alunos aprendem melhor quando são ativos na construção do próprio conhecimento (Moreira, 1999). Assim, o trabalho do professor seria a elaboração de conteúdo e a gestão das atividades, permitindo que os alunos avancem em seu próprio ritmo (Moreira, 2022). Aqui, o professor possui papel quase que secundário, sendo motivador do aluno (uma espécie de *coach*, para os dias atuais). Além disso, há a presença de tutores, que auxiliam os alunos conforme suas dificuldades. Vale ressaltar que em ambos (método Keller e instrução programada) há um fracionamento do conteúdo, onde o aluno só avança quando a seção/unidade/capítulo anterior for resolvida. Há também uma prioridade pela escrita em detrimento à oralidade.

Procedimento metodológico

Realizamos um estudo de natureza qualitativa e interpretativista (Zanela Saccol, 2010) no qual buscamos identificar características das teorias behavioristas em conteúdos de “conservação da energia mecânica” em exercícios de um material adotado em uma escola particular do estado do Rio de Janeiro. O material contempla um total de 39 exercícios, dos quais selecionamos, no contexto de uma atividade desenvolvida em uma disciplina do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), 6 exemplares para a análise. Destes, por limitação de espaço, o trabalho em pauta apresenta 2 exercícios.

O material didático utilizado foi uma coleção de livros didáticos adotada em uma escola particular do estado do Rio de Janeiro, no 3º ano do Ensino Médio e possui caráter revisional. Ou seja, os conteúdos que deveriam ser vistos ao longo de três anos do Ensino Médio são condicionados em dois anos e revisitados no 3º ano. Justificamos a escolha do conteúdo de conservação da energia mecânica em função da potencialidade do mesmo de tratar temas conceituais. Por sua vez, a escolha pelo livro supracitado se deu pois ele é utilizado para lecionar a disciplina de Física por um dos autores da pesquisa em sua prática profissional.

Resultados e Discussões

A Figura 1 trata de duas questões presentes no livro que possuem grandes similaridades e ilustra o que foi dito anteriormente quanto ao acesso às resoluções via *qr code*.

1. C6:H2O (IFCE-2020) Um corpo de massa 4 kg é abandonado de uma altura de 320 m em relação ao solo. A aceleração da gravidade no local vale 10 m/s^2 . A energia cinética ao atingir o solo, em J, é igual a

a) 12 800.
b) 6 400.
c) 3 200.
d) 1 600.
e) 800.

4. C6:H2O (UECE-2016) Considere que a cabine de um elevador despenque sem atrito em queda livre de uma altura de 3 m, que corresponde aproximadamente a um andar. Considerando que a cabine tenha massa de 500 kg e a aceleração da gravidade seja 10 m/s^2 , a energia cinética ao final da queda será, em kJ,

a) 15 000.
b) 1 500.
c) 15.
d) 1,5.

Sobre a similaridade das questões, observamos também outros exemplos no livro: em um deles apenas os valores e os casos (com atrito/sem atrito) são alterados, porém o problema central é o mesmo. Relacionamos tal aspecto com o princípio da frequência de Watson, pois realizar questões repetidas ou com certas similaridades pode levar à interpretação de que fazer muitos exercícios facilitaria a compreensão de certo conceito. Ou seja, quanto mais frequentemente é associada uma resposta a certo estímulo, mais provável essa resposta será associada outra vez.

Tomando a lei do uso e do desuso e a lei do exercício de Thorndike, observamos que embora possa ser compreendido que conexões teóricas foram fortalecidas na repetição de exercícios similares, não podemos afirmar que o conceito físico foi aprendido. Dito de outra forma, o aluno pode não aprender Física, mas sim a resolver exercícios, no que ousamos dizer se assemelha a um **treinamento** (Melo, *et al.*, 2020; Moreira, 1999). Tal repetição de exercícios é facilitada ainda pela possibilidade de verificação instantânea com o uso de gabaritos/solucionários e similares. No caso em pauta, os exercícios repetidos contêm *qr codes* com respostas.

Ao fornecer o *qr code* com a resposta também entra em ação a dimensão do reforço positivo como definido por Skinner. Ao obterem a resposta correta de forma imediata, os alunos podem se sentir recompensados por seu esforço, o que criaria uma associação positiva entre o trabalho de solucionar o problema e realizar a leitura do código digital. Assim, obter uma resposta correta, incentivaria o comportamento de fazer tarefas escolares, por exemplo. Já no caso contrário, a digitalização de um *qr code* que leva a uma resposta incorreta, pode ser vista como uma forma de reforço negativo, o que pode incentivar os alunos a evitarem erros (Rezende, 2023). Dessa forma, observamos uma modelagem comportamental, uma vez que a presença dessas respostas corretas estrutura uma conduta que é a desejada que o estudante apresente. Isto é, verificar as respostas ou buscar esclarecimentos quando necessário, reforçando o comportamento de autoavaliação, mas em contrapartida também de cópia dos exercícios. Ademais, ressaltamos que no material analisado raramente são abordadas questões de cunho conceitual ou histórico-social, podendo fazer com que os exercícios atuem como reforço negativo também sob tal aspecto. Uma vez que não dialogam com dimensões práticas, cívicas, econômicas, culturais etc., os exercícios de dimensão apenas matematizada apresentados podem se relacionar à memorização e a mera aplicação de fórmulas, gerando desinteresse especificamente pelo conceito físico abordado e pela Física em geral (Melo, *et al.*, 2020).

Além disso, observamos que a estrutura que envolve os *qr codes* e a respostas pode ser associada à instrução programada e do Sistema Personalizado de Ensino (método Keller). Estruturalmente, é possível observar que cada capítulo é escrito de forma a sintetizar os conceitos e a dividir os conteúdos em pequenas etapas. Utilizando os *qr codes*, o estudante pode rever o conteúdo quantas vezes quiser, bem

como aprofundar-se sobre determinado tema, mesmo que ele não tenha sido mencionado em sala de aula, trabalhando no seu próprio ritmo. No material também pode ser observado que os exercícios são organizados por graus de dificuldade. Em alguma medida, essa organização pode se assemelhar com funcionamento de jogos organizados em fases, de maneira que ocorra um interesse do aluno avançar de uma questão dita “fácil” até a mais “difícil”, podendo motivá-lo ao estudo. Ressaltamos que o método keller exige que os alunos sejam autodisciplinados e empenhados para realizar as atividades propostas. Alunos que possuem especificidades, como por exemplo o déficit de atenção, podem enfrentar dificuldades em progredir no aprendizado de Física por meio deste método visto que para estes, a repetição mecânica pode ser desinteressante. Além disso, a falta de interação social pode limitar discussões e esclarecimento de dúvidas, o que pode ser valioso no ensino de Física.

Considerações finais

Ao desenvolvermos a análise de exercícios sobre conservação de energia mecânica presentes em um material didático adotado em uma escola particular do estado do Rio de Janeiro, observamos a presença de aspectos das teorias behavioristas. Este livro exemplifica uma parcela da literatura educacional para o Ensino de Física. A análise revela como os elementos comportamentais, como reforço positivo, negativo, condicionamento e recompensas, se entrelaçam com o conteúdo e a abordagem pedagógica do livro.

Compreendemos que eles demonstram uma falta de diversidade e flexibilidade no processo de ensino, o que se coloca como uma desvantagem significativa no processo de ensino. Se os alunos estão constantemente resolvendo exercícios semelhantes e ainda recorrendo a *qr codes* para respostas, eles ficam restritos a um conjunto limitado de exercícios ou problemas de Física. Isso pode resultar em uma falta de exposição a diferentes tipos de desafios e cenários, o que é importante para o desenvolvimento de capacidades mais amplas para a resolução de problemas. Ou seja, pode levar os alunos, numa prática de aprendizagem autodirigida, a memorizarem as respostas acessadas através de *qr codes*, em vez de compreenderem os princípios físicos, limitando a capacidade de aplicar esses conceitos a situações novas e complexas. Além disso, o pequeno número de exercícios com cunho conceitual e/ou de abordagem histórico social pode contribuir para o desinteresse dos estudantes pela Física escolar.

Nesse contexto, pensamos que abordagens pedagógicas que levam o aluno a construir o conhecimento por meio da exploração, reflexão e interação com os colegas podem ser mais adequadas para o Ensino de Física. Em outro aspecto, evidenciamos nossa preocupação com perspectivas tradicionais de ensino e que se aproximam daquele presente na “máquina de ensinar” proposta por Skinner em face do profundo esvaziamento da atuação do docente e, sua consequente desvalorização profissional, no processo de ensino.

REFERÊNCIAS

ANGELO, C. B.; EUSTÁQUIO, G. E.; VIDA, M. M. Considerações sobre o ensino programado na obra matemática moderna de Antônio Marmo de Oliveira. **Anais XIV Seminário Temático Saberes Elementares Matemáticos do Ensino Primário (1890-1970)**. Rio Grande do Norte, 2016. Disponível em https://xivseminariotematico.paginas.ufsc.br/files/2016/05/ANGELO_EUSTAQUIO_VIDAL_T3_vf.pdf Acesso em 08 ago. 2023.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

MORAES, J.U.P. O Livro Didático de Física e o Ensino de Física: suas relações e origens. **Scientia Plena**, v. 7, n. 9, 201. Disponível em <https://scientiaplenu.org.br/sp/article/view/385/174> Acesso em 15 dez. 2023.

MOREIRA, M. B. Quarenta anos depois: O Sistema Personalizado de Ensino de volta à Brasília. **ReBAC** - Revista Brasileira de Análise do Comportamento . Vol 18, No 1, 2022. Disponível em <https://periodicos.ufpa.br/index.php/rebac/article/view/12696>

NOGUEIRA, C. M. I. As teorias da aprendizagem e suas implicações no ensino de matemática. *Acta Scientiarum*. **Human and Social Sciences**, vol. 29, núm. 1, 2007, pp. 83-92 Universidade Estadual de Maringá Maringá, Brasil. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=307324783012>

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 2011.

PIMENTEL, M; CARVALHO, F. S. P. Instrução (re)programada, máquinas (digitais em rede) de ensinar e a pedagogia (ciber)tecnicista. **SBC Horizontes**, jul. 2021. Disponível em <http://horizontes.sbc.org.br/index.php/2020/06/02/maquinas-de-ensinar> Acesso em 10 de setembro de 2023.

REZENDE, E. **O que é reforço positivo e reforço negativo** (com exemplos). s/d. Disponível em <https://www.psicoedu.com.br/2017/03/reforco-positivo-negativo-exemplo.html> Acesso em 13 de setembro de 2023.

ZANELA SACCOL, A. Um retorno ao básico: compreendendo os paradigmas de pesquisa e sua aplicação na pesquisa em administração. **Revista de Administração da UFSM**, v. 2, n. 2, p. 250–269, 24 jul. 2010.