

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS SOBRE LEIS DE NEWTON: UMA ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO TÉCNICO SUBSEQUENTE

Eduardo de Vasconcelos Martins¹
Marcos Cirineu Aguiar Siqueira²
Antônio Nunes de Oliveira³

RESUMO

A temática da Resolução de Problemas como metodologia de ensino e aprendizagem está há muitos anos em pauta no desenvolvimento de pesquisas em ensino e aprendizagem de ciências. Neste contexto, os livros didáticos são ferramentas importantes que auxiliam o professor na medida em que expõem de forma satisfatória os exercícios e problemas propostos a serem resolvidos por ele em aula ou orientados para resolução pelos próprios estudantes, ajudando-lhes na fixação do conteúdo repassado e colaborando significativamente com seu desenvolvimento intelectual. Tendo como foco a resolução de exercícios e problemas em Física, este trabalho apresenta uma análise qualitativa e exploratória envolvendo uma revisão bibliográfica sobre a resolução de problemas e análise individual, de acordo com as classificações propostas por Watts (1991). Faz-se ainda uma análise de capítulos dos livros didáticos adotados na disciplina de Física de cursos técnicos subsequentes de um dos *campi* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. A pesquisa com os livros aponta para a fragilidade deles com relação aos problemas e exercícios propostos, que orientam insatisfatoriamente os estudantes no seu desenvolvimento cognitivo. Por outro lado, mesmo que os enunciados dos exercícios e problemas não sejam apresentados na forma desejável, a revisão de literatura indica que a postura adotada pelo professor pode contribuir para promover o processo de ensino e aprendizagem através da adaptação dos enunciados e, é necessário levar em conta em sua formação aspectos relacionados à elaboração e resolução de problemas enquanto metodologia de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Resolução de Problemas, Ensino de Física, Metodologia, Livro Didático.

INTRODUÇÃO

No âmbito educacional, o professor e o Livro Didático (LD) têm importante papel, sendo o primeiro responsável pela escolha do segundo. Sendo assim, um dos quesitos que devem ser levados em consideração na escolha do LD é a qualidade de seus exercícios e

¹ Graduando da Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Sobral - IFCE, eduardohevm@gmail.com;

² Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Maracanaú - IFCE, mcirineu@gmail.com;

³ Professor Orientador: Doutorando, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Cedro – IFCE, profantuness@gmail.com;

problemas, os quais podem, de acordo com estudos, potencializar o processo de ensino e aprendizagem ou até mesmo, se não forem bem formulados e distribuídos, conduzir os alunos a um processo mecânico que pode desmotivá-los ou fornecer uma falsa impressão de aprendizagem.

Seguindo o raciocínio dos exercícios e problemas em Física, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de tal disciplina os estudantes devem, entre outros, desenvolver a capacidade de investigação física, construir e investigar situações-problema. Os exercícios e problemas dos LDs são, portanto, parte do que é necessário para o desenvolvimento dessas competências e habilidades.

Deve-se, assim, diferenciar esses dois tipos de questões. Para Lopes (1994), “um exercício deve, preferencialmente, ser utilizado para operacionalizar um conceito, treinar um algoritmo, treinar o uso de técnicas, regras ou leis, e para exemplificar”. Já segundo o mesmo autor, “um problema deve ser usado para otimizar estratégias de raciocínio, proporcionar um crescimento dos conceitos e desenvolver o conhecimento processual” (LOPES, 1994, p. 26).

A resolução de problemas no processo de ensino, aprendizagem e avaliação é parte fundamental no ensino de Física (LOPES, 1994), e deve ser tratada da forma correta. Cabe, portanto, ao professor fazer com que a resolução de problemas seja algo verdadeiramente significativo para seus alunos, partindo do princípio de que deve prepará-lo para a efetuação de futuros problemas e exercícios. Segundo Polya (1986), “há dois objetivos que o professor pode ter em vista ao dirigir a seus alunos uma indagação [...]: primeiro, auxiliá-lo a resolver o problema que lhe é apresentado; segundo, desenvolver no estudante a capacidade de resolver futuros problemas por si próprio.” (POLYA, 1986, p. 3).

Sobre a potencialidade da metodologia de ensino baseada na resolução de problemas, Lopes (1994), através de entrevistas realizadas em duas escolas, indica que é perceptível um padrão nas respostas dos alunos acerca da resolução de problemas: o professor explica o conteúdo, depois apresenta algum exercício e por fim utilizam-se as leis apresentadas na aula na sua resolução. Há um padrão, também, na formulação do problema, conforme dito pelos alunos: são apresentados dados no enunciado da questão, que deverão ser utilizados para se chegar a uma resposta. Além disso, os alunos relataram que não há relação entre os problemas resolvidos na sala de aula e os problemas aparentes do nosso cotidiano, são de naturezas diferentes.

Polya (1986) apresenta, detalhadamente, alguns passos que são essenciais para a resolução de um problema. Passos estes que podem ser aplicados em quaisquer tipos de situação. Segundo ele,

“Primeiro, temos de *compreender* o problema, temos de perceber claramente o que é necessário. Segundo, temos de ver como os diversos itens estão inter-relacionados, como a incógnita está ligada aos dados, para termos a ideia da resolução, para estabelecermos um *plano*. Terceiro, *executamos* o nosso plano. Quarto, fazemos um *retrospecto* da resolução completa, revendo-a e discutindo-a.” (POLYA, 1986, p. 4-5)

Corroborando com as ideias de Lopes (1994), Ramírez Castro, Gil Pérez e Martínez Torregrosa (1994) afirmam que a maior dificuldade dos alunos está na percepção da interrelação entre os diversos itens. Sendo assim, os autores reforçam que, na situação atual,

“... os alunos deveriam buscar as equações fundamentais da área conceitual em que os problemas estão inseridos e encadeá-las, de forma que, de dois em dois compartilhem pelo menos uma variável. Assim, ao final, os alunos encontrariam, em uma mesma corrente, o desconhecido e os dados.” (RAMÍREZ CASTRO, GIL PÉREZ, MARTÍNEZ TORREGROSA, 1994, p. 20, tradução nossa).

A estratégia de resolução de problemas propõe-se a, segundo Villatorre, Higa e Tychanowicz (2008), valorizar a participação do estudante nas atividades propostas pelo professor, considerando o que o aluno já compreende e ressignificando os conceitos, e formar no estudante um conceito de problematização que lhe fornece a capacidade de questionar e relacionar-se com o mundo.

Este trabalho destinou-se, portanto, a analisar a forma como são abordados exercícios e problemas em LDs de Física no ensino técnico subsequente de uma instituição federal, comparando com as pesquisas até então realizadas nesta linha estratégica de ensino. Serão apresentadas, também, diferentes maneiras para trabalhar de forma a aprimorar a abordagem de exercícios e problemas.

METODOLOGIA

A pesquisa a ser relatada neste artigo caracteriza-se como qualitativa, que segundo Lüdke e André (2017, p. 14), ao referenciarem Bogdan e Biklen (1982), “envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes.” Define-se também como exploratória, que segundo Gil (2002, p.41) “tem como objetivo maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.”

Para a coleta dos dados necessários à pesquisa, foram realizadas análises dos LDs sugeridos para o uso dos alunos e dos professores na disciplina de Física de cursos técnicos subsequentes da instituição envolvida, sugestão presente na ementa de cada curso técnico, que pôde ser acessada através do *website* da instituição. Optou-se, diante dos programas das disciplinas, avaliar aspectos relacionados aos exercícios e problemas que abordavam as Leis de Newton.

DESENVOLVIMENTO

Tendo em vista os conhecimentos adquiridos através dos anos sobre os exercícios, problemas e suas resoluções como metodologia do ensino de Física, a análise de LDs ocorrida na presente pesquisa consistiu na classificação de tais problemas proposta por Watts (1991), presente no quadro 1. Além disso, a análise restringiu-se aos capítulos referentes aos conteúdos de Leis de Newton.

Quadro 1: Classificação de Problemas.

Aberto/Fechado
Um problema aberto caracteriza-se por permitir ao resolvidor fazer várias explorações e abordagens válidas e, em alguns casos, chegar a várias soluções. Um problema fechado só permite uma abordagem válida e só é possível uma solução.
Formal/Informal
Um problema informal caracteriza-se por a sua formulação não ser escrita, ser muitas vezes pouco clara e surgir de contextos de discussão e/ou de problematização. Um problema formal foi previamente pensado e quase sempre é apresentado com a formulação desejada. Um problema informal pode tornar-se num problema formal.
Curricular/Não-curricular
Um problema curricular caracteriza-se por só poder ser resolvido recorrendo aos conteúdos que estão a ser ou já foram abordados na escola e, normalmente, são resolvidos na escola e/ou nas tarefas escolares. Os problemas não-curriculares não estão diretamente relacionados com as tarefas escolares, embora se espere que a escola tenha ajudado a enfrentar esse tipo de problemas.
Livre/Orientado
Esta dicotomia tem a ver com a estruturação das próprias questões do problema, com as sugestões escritas que se fornecem e com as ajudas dadas durante a resolução. Um problema livre caracteriza-se por a estruturação das questões não sugerir nenhuma abordagem, não ser feita nenhuma sugestão e não ser dada nenhuma ajuda durante a resolução. Um problema orientado tem as características opostas.
Dado/Apropriado

Esta dicotomia diz respeito à forma como um problema nasce, é colocado e abordado. Se um problema é apresentado por um professor a um aluno sem que este tenha participado no processo de formulação e/ou se a sua colocação não foi ao encontro dos interesses e concepções desse aluno, estamos na presença de um problema dado. Para que o problema seja apropriado pelo aluno, isto é, para que o sinta como seu, este teve de participar na sua gênese e/ou na forma como foi colocado de encontro à sua sensibilidade e concepção física do mundo e, portanto, tornou-se pertinente para o resolvidor enfrentar o problema colocado. Para que um problema dado se transforme em apropriado, geralmente, tem de haver um trabalho de discussão e negociação dos professores com os alunos, de forma que o problema vá de encontro às necessidades destes.

Reais/Artificiais

Os problemas reais caracterizam-se por estarem relacionados com necessidades efetivas da sociedade nos mais variados domínios. Os problemas artificiais não estão relacionados diretamente com necessidades da sociedade. São formulados para responder a interesses acadêmicos (escolares) e/ou científicos ou à curiosidade especulativa.

Fonte: Watts (1991).

Na bibliografia básica apresentada pelos PUDs das disciplinas de Física dos cursos técnicos são apontados três LDs comuns, que, com o intuito de preservar a identidade de cada um, apelidaremos de livro A, B e C. Vale ressaltar, também, que todos os três LDs caracterizam-se como “volume único”, ou seja, apresentam todos os assuntos pertinentes à disciplina de Física no ensino técnico em apenas um volume.

O livro A, em sua composição, dedicou cinco capítulos para os assuntos de Leis de Newton, apresentando alguns poucos problemas resolvidos pelo próprio autor, que estão inseridos nos textos da explicação teórica dos assuntos. Em contrapartida, os exercícios e problemas propostos pelo LD aos estudantes estão majoritariamente presentes no final de cada capítulo, em um total de 53 exercícios e problemas.

O livro B também apresenta diversos exercícios e problemas resolvidos no decorrer do capítulo destinado às Leis de Newton, em seções chamadas de “Exemplos de Aplicação”, disponíveis para que os leitores tentem resolver e conferir as respostas de imediato. Portanto, a análise dos problemas se concentrará nos Exercícios Propostos, presentes no final de cada seção do capítulo, que totalizam 45 exercícios e problemas.

Todo o conteúdo se concentrou, no livro C, em apenas um capítulo chamado de “Força e Movimento”. Nele, há inúmeros problemas já resolvidos pelo autor no decorrer da parte teórica do capítulo, com o objetivo de guiar os estudantes na resolução dos problemas

propostos, que se concentraram no final de cada seção do capítulo, seções estas chamadas de Questões, trazendo 85 exercícios e problemas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos livros permitiu constatar que todos os problemas dos LDs são curriculares, pois, em sua formulação, geram questionamentos que demandam do leitor conhecimentos presentes no próprio LD. Todos os problemas também são dados, visto que os estudantes não participam de sua elaboração. Quanto à dicotomia Formal/Informal, classificação de problema em que é possível obter resultados diferentes para diferentes analisadores, não foi levada em consideração pelos autores.

Em sua grande maioria, os exercícios e problemas analisados são classificados como Fechados, em que há apenas uma forma conhecida para resolvê-lo e que apresenta uma única solução. À primeira vista, tais problemas apresentam uma grande quantidade de dados que são necessários para serem aplicados em alguma fórmula e que rapidamente trarão a resposta solicitada pelo problema. Castro, Gil Pérez e Torregrosa (1994) afirmam que problemas deste tipo têm como característica a falta de reflexão qualitativa, que promove um “operativismo” abstrato que pouco contribui para uma aprendizagem significativa.

Vejamos um problema Fechado presente no livro C:

“Um automóvel trafegando a 72 km/h leva 0,5s para ser imobilizado numa freada de emergência.

- a) Que aceleração, suposta constante, foi aplicada no veículo?*
- b) Sabendo que a massa do automóvel é $1,6 \times 10^3$, qual a intensidade da força que foi a ela aplicada em decorrência da ação dos freios?”*

O problema acima foi proposto pelo livro C sendo retirado de uma prova de vestibular. É perceptível que os dados apresentados são apenas os necessários para a resolução através de cálculos. Tal problema pode ter seu enunciado transformado, passando a ser Aberto, de forma a favorecer sua abordagem:

“Um automóvel começa a frear ao ver a luz vermelha de um semáforo. Qual a intensidade necessária da força aplicada sobre o automóvel devido ao freio para que ele não ultrapasse o semáforo?” (adaptado de MARTÍNEZ TORREGROSA et al, 2005, p. 233)

Em uma transformação de enunciado similar em sua obra, Villatorre, Higa e Tychanowicz afirmam que, com tal adaptação no enunciado de um problema, “[...] o estudante pode sentir-se desafiado a encontrar uma resposta, pois não tem dados suficientes

apenas para aplicá-los em uma equação. Com isso, ele terá que procurar, pesquisar, buscar maneiras que sejam eficazes para resolver a situação proposta” (VILLATORRE; HIGA; TYCHANOWICZ, 2008, p. 92-93)

Além disso, professor e aluno podem trabalhar em conjunto na pesquisa dos dados ou até mesmo na criação de certos dados, fazendo com que tal problema seja caracterizado como apropriado, de acordo com as classificações apresentadas por Watts (1991).

Destaca-se, agora, um problema Aberto presente também no livro C:

“Do ponto de vista físico, justifique a função dos seguintes dispositivos de um carro: a) cinto de segurança; b) encosto de cabeça.”

Neste problema, o “resolvedor” é sujeito a duas situações da vida cotidiana. A solução não é à primeira vista conhecida, o enunciado não possui dados, na resolução não há a necessidade de utilização de fórmulas, e, além disso, deve haver análise e reflexão sobre o cenário apresentado. O estudante deve dispor de conhecimentos dos conteúdos de Física e também pode vir a realizar pesquisas para o melhor entendimento da situação.

Entra em questão, agora, de que forma podemos melhorar a resolução de exercícios e problemas como estratégia de ensino de Física. Percebe-se, através da análise dos LDs, que o enunciado do problema é parte importante dessa forma de ensino, e ele deve aparecer de maneira adequada para que, segundo Martínez Torregrosa et al (2005), possa ser evitado um comportamento “operativista”, mecânico e uma busca de dados, incógnitas e fórmulas.

Mas, o que é que nos enunciados favorece o comportamento mecânico, e dificulta a implementação de formas divergentes de pensamento? Segundo Martínez Torregrosa et al (2005),

“[...] os enunciados totalmente diretivos, com a inclusão dos dados como ponto de partida, as condições simplificatórias e, também, as seções sequenciadas orientam resoluções em direção ao manejo de certas magnitudes sem que [os alunos] respondam a uma reflexão qualitativa ou às hipóteses subsequentes, ignorando a necessidade de análises qualitativas para limitar e definir o problema de modo que se possa avançar e, pelo menos, induzir a uma resolução não guiada pela elaboração de uma estratégia anterior.” (MARTÍNEZ TORREGROSA et al, 2005, p. 233, tradução nossa).

O professor, como mediador e orientador no processo de ensino e aprendizagem, também é parte essencial do que está aqui proposto. Ele pode, segundo Villatorre, Higa e Tychanowicz (2008), encorajar os estudantes na participação de atividades planejadas, questionamentos e discussões, além de construir um ambiente em que seus alunos sintam-se entusiasmados a efetuar as atividades propostas. Além disso, “o professor deve agir de forma

democrática, aceitando e valorizando (quando adequado) propostas sobre as atividades de estudos, vindas dos estudantes [...]” (VILLATORRE; HIGA; TYCHANOWICZ, 2008, p. 90).

É relevante considerarmos também o papel da formação de professores na melhoria desta forma de ensino, no sentido de estimular atividades como a desenvolvida neste trabalho. Segundo Ferreira (2017), “recomenda-se que a prática da análise de livros didáticos esteja presente no cotidiano dos cursos de formação de professores, a fim de capacitar os futuros profissionais para executarem a seleção e uso de bons materiais didáticos que servirão como um dos recursos a ser utilizado.” (FERREIRA et al., 2017, p. 7).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise dos livros, percebeu-se que a grande maioria dos exercícios e problemas apresentados aos estudantes possuem o mesmo caráter mecânico e carente de reflexões, em que os alunos são convidados a apenas levarem em consideração os dados, recordar as fórmulas aprendidas até então, e substituí-los, encontrando uma resposta, em um trabalho que não valoriza a aprendizagem significativa, objetivo da educação. Tudo isto torna evidente a necessidade de adaptação dos livros textos.

Os trabalhos e pesquisas desenvolvidos através dos anos sobre a importância da problematização no ensino nos leva a pensar que as atuais características da resolução de problemas podem ser contornadas ao serem levados em consideração: a forma como são apresentados os problemas e os exercícios aos estudantes, ou seja, os enunciados; atitudes e ações dos professores como mediadores do conhecimento; a formação de professores, ao proporcionar aos formandos atividades como a análise de livros didáticos e a reflexão acerca da resolução de problemas como estratégia de ensino de Física.

Cabe a um trabalho futuro, analisar como aspectos relativos à problematização em sala de aula, elaboração e resolução de problemas, vêm sendo tratados nas licenciaturas e as competências relacionadas que estão descritas em seus programas para a formação do professor do ensino técnico.

Tendo em vista a necessidade de aplicação de conteúdos e conceitos nas atividades a serem desenvolvidas pelos técnicos formados na instituição, o caráter aplicado do Ensino Técnico Subsequente exige urgentemente a elaboração de materiais voltados exclusivamente à física aplicada em cada área de formação. O professor de Física precisa de materiais de

apoio didático que lhes facilitem a abordagem e interrelação da Física com a área técnica de formação do aluno. Materiais que considerem este contexto de formação devem rever os problemas propostos aos alunos, assim como a forma de abordagem dos conteúdos.

AGRADECIMENTOS

Programa de Educação Tutorial (PET) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus* Sobral (IFCE).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 1999.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Qualitative research for education**: Allyn & Bacon, Inc., 1982.

FERREIRA, M. V. ; MEDEIROS, D. R. ; SANTOS, R. M. ; JESUS, L. C. ; GOI, M. E. J. ; ELLEN SOHN, R. M. . **Análise do livro didático**: Resolução de Problemas em Livros de Química do Ensino Médio. In: XI ENPEC, 2017. Florianópolis. XI ENPEC, 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

LOPES, J. Bernardino. **Resolução de Problemas em Física e Química**: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem. 1. ed. Lisboa: Texto Editora, 1994. 151 p.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2017. 112 p.

MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquín et al. **¿Podemos mejorar la enseñanza de la resolución de problemas de “lápiz y papel” en las aulas de Física y Química?** UNESCO, Década de la Educación para el Desarrollo Sostenible. 2005, p. 230-245

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Primeira reimpressão. Tradução e adaptação de Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciências, 1986.

RAMÍREZ CASTRO, Juan Lorenzo; GIL PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquín. **La resolución de problemas de Física y de Química como investigación**. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia: CIDE, 1994. 199 p.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilda; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. **Didática e Avaliação em Física**. Curitiba: Ibpx, 2008. 166p. (Coleção Metodologia do Ensino de Matemática e Física; v. 2).

WATTS, Mike. **The Science of Problem-Solving: A Practical Guide for Science Teachers**. London: Cassell, 1991.