

A ABORDAGEM DOS CONTEÚDOS DE VELOCIDADE MÉDIA E INSTANTÂNEA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO E SUA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

ELYSSON DANIEL VIANA MATOS

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo analisar como os conceitos de velocidade média e instantânea são abordados pelos livros didáticos de Física do ensino médio, utilizando as pressuposições teóricas da transposição didática. Após a revisão bibliográfica sobre o conceito de velocidade média, seu ensino e aprendizagem, verificou-se que, tais concepções sofrem uma dessincretização, despersonalização e a recontextualização do saber nas obras didáticas. Entretanto, a maneira como é realizada essa transposição didática, na maior parte dos casos, não colabora com a compreensão dos principais conceitos de velocidade média e instantânea, visto que, muitos reafirmam a concepção de velocidade como sendo a rapidez. Tais conclusões expõem um alerta para os professores e estudantes que utilizam os livros didáticos como referenciais teóricos no ensino e aprendizagem, sem um maior embasamento teórico.

Palavras-Chave: Ensino médio. Velocidade. Livros didáticos. Transposição didática.

1 INTRODUÇÃO

Os conceitos de velocidade média e instantânea têm sido abordados por vários autores como importante para o aprendizado e a compreensão da Física (SOLBES; TARÍN, 1998; ASSIS; JACQUES; ALVES FILHO, 2008).

De acordo com Jacques e Alves Filho (2000, p.177), “[...] seu caráter unificador torna-o potente e frutífero para balizar, unir e interrelacionar diferentes conteúdos de Ciências [...]”.

Em geral, através do estudo da velocidade, os primeiros físicos iniciaram o estudo sobre o movimento dos corpos, desse modo, através das funções matemáticas descreveram as trajetórias (NETO, 2004). Contudo, o modo como o conceito é apresentando, evidencia um rigor matemático, “[...] com situações que

não fazem parte do cotidiano dos estudantes e que objetivam apenas o caráter numérico da velocidade, quase sempre sem uma análise qualitativa, conceitual [...]” (SOUZA, 2015, p.23). Ademais, a sua compreensão é complexa, pois, muitas vezes encontra-se a mercê das interpretações causais, consolidando as concepções equivocadas e o senso comum, fortalecendo as ideias alternativas dos alunos, por ser um conceito abstrato e abrangente (SEVILLA, 1986; JACQUES E ALVES FILHO, 2008; SOUZA, 2015).

Esta concepção é reforçada por grande parte dos livros didáticos, que apresentam ideias errôneas, uma ciência atemporal e fatos distorcidos que não se importam com o conhecimento prévio dos alunos, impondo assim, uma “verdade científica”. Os livros didáticos apresentam conceitos, que por sua vez configuram, no “[...] conhecimento científico como um produto acabado, elaborado por mentes privilegiadas, desprovidas de interesses político-econômicos e ideológicos, isto é, que apresenta o conhecimento sempre como verdade absoluta, desvinculado do contexto histórico e sociocultural [...]” (SILVA; PASSOS; BOAS, 2013, p.24).

De acordo com Correa Filho (2018, p.16), diversos livros texto de Física para o ensino Médio apontam os conteúdos de velocidade média e instantânea por meio da expressão matemática que inclui a notação formal de limite de funções, ou apenas a explicação da função para um velocímetro, ou a memorização de regras de derivadas. Isto posto, avalia-se essas abordagens como uma concepção que dificulta o aprendizado dos estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, colaborando, portanto, para a negligência dos professores durante o ensino das velocidades média e instantânea.

Os conteúdos da cinemática, especialmente, velocidade média e instantânea, geralmente são omitidos ou ensinados de maneira mecânica no ensino básico. Além da memorização de fórmulas e definições, frequentemente por frases pejorativas, é perceptível que a essência das aulas de cinemática é constituída por resoluções de questões, com excesso de notações matemáticas e desvinculadas a situações cotidianas dos alunos, segundo argumentam Lima (2012) e Fernandes (2012), em seus trabalhos de pesquisa.

Dado o exposto, tais concepções influenciam diretamente na prática escolar, uma vez que os livros didáticos determinam, com detalhe, o currículo já estabelecido, se adequando como um suporte para relação de ensino e

aprendizagem, além de um agente essencial do currículo (BUCUSSI, 2005).

Assim, os livros didáticos influenciam na maneira de se pensar a ciência, tanto pelos alunos, como também pelos professores, ou seja, segundo argumenta Medeiros (2004), os discentes são influenciados pela visão de ciência dos docentes, e por outro lado, tanto os alunos quanto os professores, possuem visões de ciência inspiradas nos livros didáticos.

A partir do que foi supracitado, busca-se utilizar a transposição didática como instrumento de análise do processo de transformação do saber, pretendendo-se averiguar: de que modo ocorre a transposição didática das concepções de velocidade média e instantânea em livros didáticos de Física do Ensino médio?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Velocidades Média e Instantânea

O livro Curso de Física Básica I—Mecânica, de H. M. Nussenzveig (2002, p. 23-37) mostra o conteúdo de movimento uniforme a partir de uma reta no gráfico posição *versus* o tempo, onde os percursos iguais são contados em intervalos de tempos iguais. Assim, o livro define a velocidade do movimento como sendo a razão de qualquer deslocamento pelo seu correspondente intervalo de tempo. Posteriormente, o movimento não uniforme e velocidade média são definidos em diferentes etapas do percurso. Por fim, a velocidade instantânea é definida como limite da velocidade média quando o intervalo de tempo tende a zero.

2.2 Ensino e aprendizagem das Velocidades Média e Instantânea

Interpretar os conceitos de velocidade média e instantânea é uma das bases para compreender a cinemática. Pode-se afirmar que esse é um grande passo para que um aluno, do ensino médio, possa compreender o que significa o Movimento retilíneo Uniforme (MRU) e o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Com base nisso, o aluno pode entender e descrever detalhadamente o MRU e o MRUV, com maior repertório de termos, como: velocidade média e instantânea;

aceleração, diferença entre variação do espaço e distância percorrida, variação do tempo, etc (SANTOS, 2020). Desse modo, descrever os movimentos de maneira que tenha significado para o estudante, é o grande objetivo da cinemática. De acordo com Santos (2020), o aluno será capaz de entender alguns conceitos que parecem abstratos, podendo se tornar acessíveis através de estratégias utilizadas como as placas de trânsito, velocímetros, radares e uma infinidade de conceitos, rompendo assim, o paradigma de que a cinemática é trivial, sendo constituída por abstração e memorização de fórmulas.

2.3 Dificuldades na aprendizagem de Velocidade Instantânea

De acordo com Silva (2013), os livros didáticos de Física do ensino médio costumam apresentar o conceito de velocidade instantânea a partir da ideia de limite, isto é, relacionam a velocidade a um trajeto, mesmo que “infinitamente pequeno”. Todavia, muitas pesquisas em ensino de física apontam que essa relação gera dificuldades na aprendizagem do conceito de velocidade instantânea. D. Trowbridge e L. McDermott (1980, p.33) afirmam que: “[...] objetos não podem realmente ter velocidade por um instante de tempo, pois, para que a velocidade seja calculada deve existir um intervalo de tempo. Logo, por um instante, os objetos têm posição e não velocidade [...]”.

Desse modo, o verdadeiro obstáculo para muitos alunos, é a interpretação da velocidade instantânea, que é vista como um valor referente a um único instante.

Os autores ainda argumentam que, o aluno está ciente que deve considerar uma distância finita e intervalos de tempo finitos para calcular a velocidade de um corpo, mas concluem que, os alunos têm um problema com a dimensão do conceito de velocidade em um intervalo de tempo finito ao contexto de um intervalo de tempo infinitesimal (D.TROWBRIDGE; L.MCDERMOTT, 1980).

A.Halloun e D. Hestenes (1985) discutem as dificuldades na aprendizagem da velocidade média e instantânea que foram criadas pelo senso comum no aluno. Para tal, eles observam que para os estudantes:

Os conceitos de “intervalo de tempo” e “instante de tempo” não são diferenciados. Um “instante” é considerado como um intervalo de tempo muito curto. Velocidade é definida como uma distância dividida pelo tempo. Assim, a velocidade média não é diferenciada da velocidade instantânea. (A.HALLOUN; D. HESTENES, 1985, p.27)

Desse modo, esses artigos argumentam que as abordagens genéricas ou usuais dos conceitos de velocidade média e instantânea, não contribuem muito para superar o senso comum (por vezes podem reforçar), e assim, acabam por dificultar ainda mais o entendimento dos alunos.

2.4 A Transposição Didática

A transposição didática é apontada como uma ferramenta de análise dos processos pelo qual o saber científico (o saber sábio produzido pelos cientistas) é transposto para o conhecimento contido nos programas e livros didáticos (saber a ser ensinado) (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005).

A proposta foi criada inicialmente pelo o sociólogo Michel Verret, em 1975 e em 1980, o educador francês Yves Chevallard, aperfeiçoou esse conceito, argumentando que a transposição didática é composta por três esferas do saber:

O *savoir savant* (saber sábio), que no caso é o saber elaborado pelos cientistas; o *savoir a enseigner* (saber a ensinar), que no caso é a parte específica aos professores e que está diretamente relacionada à didática e à prática de condução de sala de aula; e por último o *savoir enseigné* (saber ensinado), aquele que foi absorvido pelo aluno mediante as adaptações e as transposições feitas pelos cientistas e pelos professores. (ALMEIDA, 2011, p.29)

Desse modo, a transposição didática é a passagem do saber sábio (*savoir savant*) para o saber ensinado (*savoir enseigné*) (CHEVALLARD, 1982). Logo, de acordo com Alves Filho (2000), o saber a ensinar pode ser considerado como “[...] um produto hierarquizado e organizado em níveis de dificuldade, que resultam em um processo de total descontextualização e degradação do *savoir savant* (saber sábio) [...]”. Assim:

Ao sofrer transposição didática, um elemento do saber passa por processos, tais como: despersonalização, no qual o saber se torna impessoal, desvinculado do seu produtor, tornando-se anônimo; descontextualização, em que o saber perde sua história, seu contexto, é separado dos problemas da pesquisa e em seguida recontextualizado dentro dos objetivos educacionais e dessincretização, na qual o saber sofre rupturas e os conceitos se tornam mais distantes e isolados, sendo publicados em partes. (MAGALHÃES, 2008, p.32)

Com relação aos processos da transposição didática, citados por Magalhães (2008) em sua pesquisa científica, Vieira (2014) também argumenta que, no processo de dessincretização, o saber organizado, também chamado de controle social das aprendizagens por Verret (1975, p.34), “[...] está desconectado de sua produção pela divisão didática operada pelas instituições de ensino. A este fenômeno de desconexão do saber de sua produção Verret denominou *dessincretização [...]*”. Assim, ao se transformar em saber a ensinar, o saber sábio não possui mais a ligação com o ambiente epistemológico em que foi criado. Esse processo, segundo Chevallard (2005), passa a ser organizado em um novo ambiente epistemológico, conceito que faz parte da metodologia (Transposição Didática Externa).

Do mesmo modo, Vieira (2014), enfatiza que:

“[...] A ciência (método científico) opera uma generalização do conhecimento que desconecta o saber do seu contexto inicial de produção promovendo o descolamento do saber de uma situação específica, do problema de pesquisa que a ele deu origem, para, então, poder generalizá-lo [...]”.
(VIEIRA, 2014, p.24)

A este processo, Chevallard (2015) intitulou despersonalização do saber, referindo-se à descontextualização, com o intuito de “dar um caráter mais geral, não personalizado, mas descontextualizado, ao saber”. Dito isto, esse conceito também faz parte da metodologia (Transposição Didática Externa).

Por fim, ao ser ensinado, o saber sábio, já transformado em saber a ensinar, passará por uma recontextualização em que não será possível reconectar todas as questões, problemas e variáveis originais em que o elemento descontextualizado se encontrava antes. Assim, não será possível a recontextualização imparcial e integral do saber (Transposição Didática Interna) (VIEIRA, 2014).

Outro elemento presente na teoria da transposição didática é a noosfera, que de acordo com Pereira et al. (2010), é o processo onde ocorre a interação entre o sistema de educação ou ensino (professor/ aluno/saber) e a sociedade, como por exemplo, as questões sobre os objetos de saber que serão escolarizáveis. Desse modo, será discutido o currículo, além de outras demandas sociais que o docente também tem que se adaptar na sua formação.

Dessa forma, conforme os autores, o sistema de ensino, fundado na relação professor - aluno – saber ensinado determina com o entorno, a sociedade, vínculos que serão filtradas por uma instância chamada noosfera, formada por pessoas e

instituições que determinam o funcionamento do currículo escolar.

Souza (2015) justifica que os livros didáticos apresentam o saber a ensinar em forma de conteúdo, dogmático, de maneira organizada, linear e cumulativa. Diante disso, Alves Filho (2000) argumenta que o saber a ensinar apresenta-se ao público por meio de livros-textos e manuais de ensino, enquanto o saber sábio se apresenta através de publicações científicas. Essa primeira transposição didática, do saber sábio em saber a ensinar, produzida pelos manuais didáticos e livros textos é nomeada transposição didática externa. Posteriormente, o saber a ensinar é transformado em saber a ser ensinado no ambiente escolar. Tal processo é chamado de transposição didática Interna (MAGALHÃES JÚNIOR, 2008).

Nesse contexto, o professor realiza um papel fundamental: elaborar a transposição do saber a ensinar em saber a ser ensinado, escolhendo e recortando o conteúdo, segmentando-o e organizando-o com a finalidade de possibilitar uma melhor compreensão dos conteúdos (MAGALHÃES, 2008). Contudo, o professor precisa estar atento em todas essas transformações, para que as mesmas não se tornem simplificações do saber triviais.

Dado o exposto, a transposição didática deve “[...] produzir artesanalmente os saberes, convertendo-os em ensináveis, exercitáveis e passíveis de avaliação no quadro de uma turma, de um ano, de um horário, de um sistema de trabalho e comunicação [...]” (PERRENOUD, 1999, p.32), possibilitando assim, uma transposição da linguagem científica para a linguagem escolar de maneira mais relevante.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente trabalho serão implementadas estratégias de investigação, como: levantamento de material bibliográfico (livros didáticos) e análises dos mesmos. Para a investigação dos livros didáticos de Física do ensino médio, serão utilizadas as teorias da transposição didática, buscando explorar como são abordados os conceitos de velocidade média e instantânea.

A seleção das obras foi fundamentada no guia de livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), de 2018, para física (BRASIL, 2017) e PNLD, de 2022 para Ciências da Natureza (BRASIL, 2021), com o objetivo de

escolher livros didáticos de fácil acesso a todos os professores. Não havendo muitas diferenças entre as novas edições e as anteriores, decidimos por também analisar as obras de física mecânica que são mais populares e conhecidas pelos professores, e que ainda são utilizadas para elaboração de planos de aula e para o estudo de conceitos físicos. Os livros didáticos escolhidos são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Livros didáticos selecionados para análise

| Siglas | Título do livro | Autor | Editora | Ano |
|---------------|---|------------------------------------|------------------|------------|
| LDA | Ciências da Natureza: Movimentos e Equilíbrio na Natureza | Kelly Cristina dos Santos | Moderna | 2020 |
| LDB | Ciências da Natureza: Poluição e Movimento | Sônia Lopes e Rosso | Moderna | 2020 |
| LDC | Física: Volume único | Beatriz Alvarenga e Antônio Máximo | Scipioni | 2010 |
| LDD | Os fundamentos da física 1 | Ramalho, Nicolau e Toledo | Moderna Plus | 2013 |
| LR | Física 1 - Mecânica | Sears e Zemansky – Ed 12° | Editores Pearson | 2008 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desse modo, serão analisados cinco livros didáticos de coleções relacionadas ao ensino médio. Para tal, será realizada uma investigação nos livros indicados com a intenção de verificar se há alguma abordagem dos conceitos de velocidade média e instantânea. Para limitar os dados coletados para a análise, os pontos que serão analisados serão: abordagem do conceito – exemplos – equação da cinemática para a velocidade

Para o auxílio da análise dos textos do saber, foi selecionado um livro didático do ensino superior utilizado nos cursos de licenciatura em física, que denominamos de LR (livro de referência).

A transposição didática, segundo Silva et al. (2017), consiste no processo de transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar, visando sua adequação ao nível de ensino e às necessidades dos estudantes. Nesse contexto, o livro de referência se configura como um produto desse processo de transposição, em que o saber científico é transposto de forma clara e precisa para o nível de

ensino ao qual se destina.

Isto posto, o LR é um exemplo de transposição didática bem-sucedida, que tem como finalidade adaptar o conhecimento científico a um nível de ensino superior, de modo que o conteúdo apresentado seja claro e acessível para os estudantes. Esse processo de transposição permite que o conteúdo seja menos modificado em relação ao conhecimento científico original, mantendo sua fidelidade aos conceitos e teorias desenvolvidos pelos pesquisadores e especialistas na área. Portanto, o livro referência em questão será o **SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W.** Física I.

De acordo com Lerner (2002), o livro "Física - Volume 1" de Sears e Zemansky é uma obra clássica que tem sido utilizada como referência no ensino de física há muitas décadas. O livro passou por várias revisões e atualizações ao longo dos anos, a fim de manter-se atualizado em relação às últimas descobertas e avanços científicos. Para isso, foram feitas algumas adaptações e alterações no conteúdo e na apresentação do material, a fim de torná-lo mais compreensível e relevante para os estudantes.

Por fim, foi realizada a fundamentação teórica e a análise das obras didáticas, e certamente serão elementos essenciais para a elaboração dos prognósticos que orientam a metodologia de projetos. Assim, a pesquisa será organizada na forma de redação os resultados e as considerações finais da pesquisa.

Buscou-se analisar como esses conceitos são abordados, com referência aos processos de *dessincretização*, propondo-se detectar as rupturas sofridas pelos conceitos de *despersonalização* (verificar o caráter impessoal do conhecimento e sua *descontextualização* ao examinar se o saber foi extraído de seu contexto) e *recontextualização* (dentro dos objetivos educacionais). Diante disso, é necessário investigar se os processos descritos anteriormente foram realizados de maneira correta pelos autores dos livros didáticos, visto que, tais processos da transposição didática, possibilitam a compreensão dos professores e alunos dos conceitos de velocidade média e instantânea.

Para facilitar a análise foram dispostos nos tópicos: conceito e explicação e formalismo matemático.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CONCEITO E EXPLICAÇÃO

O LR, antes de definir o conceito de velocidade, inicia o capítulo apresentando o movimento retilíneo, desse modo, a obra argumenta:

No estudo da cinemática existem vários tipos de movimentos, dentre eles o tipo mais simples é: uma partícula se deslocando ao longo de uma linha reta. Para descrever esse movimento, introduziremos as grandezas físicas de velocidade e aceleração. Essas grandezas possuem definições mais precisas e um pouco diferentes das usadas na linguagem cotidiana. Uma observação importante é que essas grandezas são vetores. Isso significa que elas possuem módulo, direção e sentido.
(SEARS; ZEMANSKY, 2015, p.34)

O livro também trata da parte histórica citando um cientista importante na física e no estudo da velocidade o físico Galileu Galilei, que deixava cair objetos leves e pesados do topo da inclinada Torre de Pisa para verificar se suas velocidades de queda livre eram diferentes.

Dos livros didáticos analisados, apenas o LDC e o LDD, contemplam fielmente a fala apresentada pelo LR, ao apresentarem os tipos de movimento para a introdução do conceito de velocidade, além do contexto histórico. Em contrapartida, o LDA, da autora Kelly Cristina do Santos, não apresenta o movimento para introduzir o conceito de velocidade. A autora inicia a discussão sobre velocidade somente com uma figura de uma atleta em uma maratona e argumenta: “[...] na maratona, a velocidade é um conceito fundamental que define um atleta campeão. Antes de realizarem esse tipo de prova, os atletas treinam algumas séries de 20 a 80 metros na velocidade máxima, para melhorar a sua rapidez [...]” (SANTOS, 2020, p.97). Do mesmo modo, o LDA não apresenta indicadores do contexto histórico e nem expõe os cientistas envolvidos no processo da descoberta, o que facilita na visão equivocada de que os descobertos científicos importantes foram feitos durante um curto espaço de tempo. O LDB, de Sônia Lopes e Rosso, apresenta uma brevíssima fala sobre o estudo dos movimentos como introdução do capítulo de velocidade, mas não cita os físicos que foram importantes para esse estudo.

O LR retrata que poderíamos definir a velocidade média de um objeto em movimento como a distância percorrida dividida pelo intervalo do percurso. Além

disso, a obra também relata que a velocidade é uma grandeza que possui uma definição mais precisa e um pouco diferente das utilizadas na linguagem cotidiana, ressaltando que a velocidade é uma grandeza vetorial. Isto posto, o LR traz um exemplo de uma corrida de carros, argumentando que, para o estudo dos movimentos precisa-se de um sistema de coordenadas. O deslocamento do carro é tido com um vetor que aponta entre dois pontos num determinado intervalo de tempo. Assim, para descrever o movimento do carro, consiste em dizer que o deslocamento varia num intervalo de tempo, onde define-se a velocidade média do carro neste intervalo de tempo como um vetor, cujo componente da variação do deslocamento é dividido por esse intervalo de tempo.

O LDA trata de forma superficial esse fenômeno e conceitua a velocidade como: “[...] uma grandeza que representa a **rapidez** com que um móvel se desloca, portanto, é uma grandeza vetorial, ou seja, que possui módulo, direção e sentido [...]”. Em seguida a autora complementa o raciocínio com a seguinte frase: “[...] a média das diferentes velocidades é chamada velocidade média, definida pela razão entre o deslocamento S e o intervalo de tempo Δt [...]” (SANTOS, 2020, p.98). Isto posto, observa-se um grave erro conceitual, pois a velocidade média pode ser explicada como sendo a variação da posição de um corpo em relação ao intervalo de tempo gasto no percurso e não a “média” das diferentes velocidades como é apresentada pela autora. Além disso, observa-se um outro erro cometido pela autora ao definir que a velocidade descrita como “rapidez” é vetorial.

Esses mesmos tipos de equívocos também são vistos no livro LDB, de Sônia Lopes e Rosso, ao buscar introduzir o conceito de velocidade de maneira equivocada. De acordo com os autores e a descrição presente no livro: “[...] ao se deslocar pela ciclovia, um ciclista percorre o trajeto com certa **rapidez**, e a grandeza física que permite quantificar essa rapidez é chamada velocidade média [...]” (LOPES; ROSSO, 2020, p.103). Diante disso, verifica-se novamente o termo “rapidez” como sendo um “elemento único” para conceituar o fenômeno da velocidade.

Dessa forma, dois dos materiais analisados (LDA e LDB) iniciam os argumentos pelo viés “da rapidez de uma pessoa (nesse caso um atleta)” e sua importância para a sociedade, trazendo uma contextualização ambígua. Além disso, não foi encontrado um texto nos livros LDA e LDB que cita ou explica a velocidade instantânea.

Contudo, a maneira como é apresentado o conceito de velocidade, favorece a preservação das ideias alternativas ao utilizar o termo “a velocidade define o respectivo deslocamento de um atleta num determinado intervalo de tempo”. Assim, observa-se no trecho em destaque que, a dessincronização exibida pelos autores não possibilita uma compreensão fundamentada do conceito de velocidade, pelo contrário, reforça apenas a concepção de que somente existe a velocidade média escalar, já que esta é, de acordo com o material didático, a rapidez.

Perante o exposto, na física, os termos rapidez e velocidade não têm o mesmo significado, e são conceitos distintos (URONE; HINRICHS, 2022). Contudo:

“[...] Em linguagem corrente, a maior parte das pessoas mistura os termos rapidez e velocidade. Uma grande diferença é que a rapidez não tem sentido. Por isso, é uma grandeza escalar. Da mesma forma que é necessária distinguir entre velocidade instantânea e velocidade média também são necessários distinguir entre rapidez instantânea e rapidez média [...]”. (URONE; HINRICHS, 2022, p.5)

Desse modo, ao tentar definir velocidade, os autores dos livros didáticos reforçam o ponto de vista substancialista, ao expor, por exemplo, que um móvel (pessoa, carro, objeto) “realiza” rapidez ao se deslocar. Termos como “rapidez do tempo”, “pessoa rápida” e “celeridade” aparecem ao longo dos dois materiais didáticos analisados. O desenvolvimento de dessincronização, recontextualização e despersonalização, por conseguinte, é necessário. Ainda assim, os exemplares analisados não fornecem exemplos plausíveis, pois, utilizam uma linguagem que não favorece uma compressão do conceito de velocidade, reforçando assim as concepções alternativas dos estudantes sobre o significado do conceito.

No que se refere ao livro LDC, os autores demonstram uma preocupação maior com a problemática existente em definir velocidade. Na obra de Alvarenga e Máximo (2010), os autores iniciam a explicação dando exemplo de um velocímetro de um carro em movimento por certo período, e o ponteiro indicará um valor diferente a cada instante. Para a velocidade média, os autores explicam que “[...] a velocidade média trata-se de uma grandeza vetorial, sendo diferente da velocidade escalar média (caso particular da velocidade média) onde o último não leva em consideração a direção e o sentido, sendo esta associada à distância percorrida [...]” (ALVARENGA; MÁXIMO, 2010, p.45). Isto posto, observa-se que o conceito de velocidade apontado pelo LDC está de acordo com o conceito do LR. Além disso, a transposição didática realizada pelo livro oferece elementos para uma discussão de

velocidade em sala de aula, o que favorece uma melhor compreensão desse conceito por parte dos discentes, pois o velocímetro é um instrumento visto no cotidiano dos alunos. Assim, é possível observar que essa abordagem do conceito de velocidade parte do sujeito que conhece, e o objeto a ser conhecido (velocidade a partir do velocímetro), ou seja, algo que se tem que é passível de conhecimento. Nesse caso, o velocímetro é um instrumento que faz parte do cotidiano e é vivenciado pelos alunos. Diante disso, consideramos esse, um caso de recontextualização do saber, pois a introdução conceitual do fenômeno de velocidade trazida no LDC, é capaz de levar a uma discussão que traz as vivências e experiências organizadas pelos próprios indivíduos a serem ensinados, além de não precisar reconectar todas as variáveis originais do conceito de velocidade que são observadas de maneira complexa no LR.

Como critério de livro didático, “Os fundamentos da Física (LDD)” de Nicolau, Ramalho e Toledo, apresenta inovações nos conteúdos da cinemática. Nesse caso, se comparado com os outros livros didáticos analisados anteriormente, a obra introduz novos elementos, a adição do uso de tecnologias multimídias, e por fim o desenvolvimento de conteúdos básicos da cinemática da Física estabelecida para a escola.

No material LDD, para explicar o que é velocidade, os autores iniciam o capítulo com uma breve definição dos movimentos com velocidade escalar variável, classificando-os em movimentos uniformes (possuem velocidade escalar constante) e movimentos variados (velocidade escalar que varia com o tempo) (RAMALHO et al., 2013, p.58). Em seguida classifica os movimentos com velocidade escalar como sendo os mais “comuns”, exemplificando-o com uma pessoa andando ou um carro se deslocando, sendo que ambos possuem velocidades escalares que variam com o tempo.

O autor inicia a definição da velocidade como, “[...] A velocidade escalar média é o quociente entre a variação do espaço ΔS e o correspondente intervalo de tempo Δt . Por outro lado, a velocidade vetorial média é o quociente entre o vetor deslocamento e o correspondente intervalo de tempo Δt [...]” (RAMALHO et al., 2013, p.58). Além disso, o autor também explica que, a velocidade vetorial média possui a mesma direção e o mesmo sentido do vetor deslocamento, e quanto a velocidade escalar média leva em conta todo o deslocamento. O livro ressalva que se devem distinguir as duas velocidades, escalar e a vetorial. Essa observação

mencionada no texto demonstra uma maior preocupação com a problemática existente em definir velocidade.

Dessa forma, dois dos materiais analisados (LDC e LDD) iniciam a sua discursão pelo viés “diferenciar velocidade média e instantânea” e os termos “escalar e vetorial” além de provocar uma discursão mais pertinente da Física, estabelecendo um diálogo mais amplo do professor com o aluno. Assim, observa-se que a dessicretização do saber foi feita de maneira correta, pois, ao se transformar em saber a ensinar, houve uma separação do saber sábio em saberes pontuais sem o cometimento de erros conceituais. Além disso, a despersonalização do saber está presente nos dois livros, pois há uma abordagem mais geral do saber a ser ensinado, operando assim, uma generalização do conhecimento que desconecta o saber do seu contexto inicial e adapta o saber a ser ensinado para ocupar um espaço no meio científico de forma correta.

4.2 FORMALISMO MATEMÁTICO

Na explicação de velocidade média, o LR apresenta a generalização do conceito de velocidade média, para se chegar na equação. Desse modo, o autor argumenta:

Vamos generalizar o conceito de velocidade média. Em um instante t_1 , o carro se encontra no ponto P1, cuja coordenada é x_1 e, no instante t_2 , ele se encontra no ponto P2, cuja coordenada é x_2 . O deslocamento do carro no intervalo de tempo entre t_1 e t_2 é o vetor que liga P1 a P2. O componente x do deslocamento do carro, designado como x , é simplesmente a variação da coordenada x : $\Delta x = x_2 - x_1$. (SEARS; ZEMANSKY, 2015, p.38)

Logo após, o LR completa explicando que o componente x da velocidade média, é o componente x do deslocamento x , dividido pelo intervalo de tempo t durante o qual ocorre o deslocamento. Assim, finaliza expondo a equação matemática da velocidade média.

No que se refere à velocidade instantânea, o LR inicia a frase dizendo que a velocidade média de uma partícula durante um intervalo de tempo é importante, mas não pode informar nem o módulo e nem o sentido do movimento em cada instante do intervalo. Desse modo, é preciso saber a velocidade em cada instante ou em um ponto específico ao longo da trajetória (SEARS; ZEMANSKY, 2015). Assim, para expor a equação da velocidade instantânea, o LR expõe que, para encontrar a

velocidade instantânea da partícula no ponto P1, podemos imaginar que o ponto P2 se aproxima continuamente do ponto P1. Assim, calculamos a velocidade média nos deslocamentos e intervalos de tempo cada vez menores. Logo, tanto x quanto t tornam-se muito pequenos, mas a razão entre eles não se torna necessariamente pequena. Por fim, o livro utiliza a notação matemática limite, para explicar que, a velocidade escalar instantânea é considerada um limite da velocidade escalar média, quando o intervalo de tempo tende a zero.

No que se refere a equação matemática descrita nas obras LDA e LDB, os mesmos exibem a equação para a velocidade vetorial média. Porém, verifica-se a existência de uma contradição em relação ao conceito de velocidade média que foi descrito anteriormente na seção 4.1, em que tal contextualização reforça a ideia de que a velocidade é vista como a “rapidez”, ou seja, uma grandeza escalar na qual não possui direção e sentido, sendo composta por um único valor numérico. É importante salientar que os dois exemplares destacam que, para fins de praticidade ou facilitação do cálculo, retiram-se os símbolos vetoriais do texto da equação. Neste caso, observa-se que a transformação do saber científico em saberes pontuais para serem ensinados no ensino básico, foi feita de forma incorreta, pois os dois exemplares apontam erros conceituais em seus textos, além de omitir definições importantes para o ensino da velocidade. Assim, consideramos que houve a falta de dessincretização do saber.

No que se refere ao LDC e ao LDD, os autores apresentam duas equações matemáticas relacionadas às velocidades escalar média e instantânea, com a finalidade de diferencia-las. Entretanto, ao abordar a velocidade instantânea o LDD exhibe uma equação que envolve a notação de limite. Segundo Filho (2018, p.16): “[...] considera-se que essas abordagens dificultam o aprendizado dos alunos do primeiro ano do ensino médio e corroboram para que seus professores negligenciem ensino da velocidade [...]”. Diante disso, verificou-se que, em todos os momentos que foram abordados o conceito de velocidade instantânea, a função limite estava presente nessa obra, mas, de uma maneira inconveniente ao entendimento dos alunos, reforçando a ideia fundamental de recontextualizar o conteúdo proposto no capítulo. Entretanto, é preciso deixar claro que, a passagem do saber sábio para o saber a ser ensinado dos conteúdos de velocidades médias e instantâneas não desqualifica a notação usual dos limites de funções. Assim, o problema não está na matemática ou nos cálculos e equações sem significados algum para os estudantes

iniciantes do Ensino Médio, mas sim, na supervalorização da matemática existente na obra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transposição didática é uma importante ferramenta de análise que tem em vista a compreensão do processo de produção do objeto de ensino, levando-se em conta de que certo conhecimento necessita sofrer alterações, ser recontextualizada, de modo que não seja “[...] uma mera adaptação ou transformação de sua estrutura/contexto original, mas sim, um quadro epistemológico artificial, específico, especialmente confeccionado [...]” (RODRIGUES; OLIVEIRA, 1992, p.23) correspondente com as conjecturas didático - pedagógico que são adotadas de maneira explícita ou não.

A pesquisa atual, constatou que os conceitos presentes nas obras didáticas não deveriam ser reduções ou simplificações triviais do saber sábio. Todavia, a maneira como é feita a transposição didática dos conceitos de velocidade média e instantânea nos materiais que foram analisados, podem fortalecer as concepções alternativas dos estudantes e o senso comum, devido aos sucessivos erros conceituais existentes em alguns dos livros investigados. Porém, a maioria dos livros didáticos analisados trazem aplicações da velocidade média e instantânea, que induzem uma potencial abordagem em sala de aula.

Portanto, é possível observar que, a transposição didática é uma ferramenta indispensável, pois viabiliza os saberes a serem ensinados. Além disso, conforme admite Chevallard (2017), o papel do professor em sala de aula não é traduzir fielmente o texto do livro didático, para os estudantes, mas sim, transforma-lo e reescrevê-lo. Contudo, de acordo com Filho (2000, p.34), cabe ao docente “[...] criar um “cenário” menos agressivo ao dogmatismo apresentado pelos livros textos didáticos e minimizar a diferença entre os tempos: didático e de aprendizagem [...]”. Todavia, existe a necessidade implícita de pesquisar os docentes de Física a respeito do uso ou não do livro didático em sala de aula. Ademais, o presente estudo, traz a necessidade de pesquisar o professor, levando as seguintes questões: Quais as dificuldades encontradas pelo professor perante as pedagogias que facilitam o aprendizado? A formação continuada está atualizando o professor para a

adaptação das suas aulas perante as demandas da sociedade? Qual é o espaço do livro que o livro didático pode ocupar na construção do saber e do plano de aula? Tais respostas, ficam por conta de estudos posteriores e trabalhos futuros.

Espera-se, com essa pesquisa, ter apresentado novos elementos para discussão sobre o ensino de velocidade média e instantânea. Com isso, deseja-se que os resultados desse trabalho sejam um alerta para os professores que utilizam os textos apresentando nos livros didáticos de Física, sem uma devida análise crítica.

Em síntese, segundo argumenta Gomes (2012, p.45): “[...] se não é possível, em curto prazo, modificar os livros didáticos, é necessário que os docentes se posicionem de maneira crítica a eles, não os considerando como uma partitura que deve ser seguido à risca [...]” planejando estratégias didáticas que possam propiciar a compreensão do conceito de velocidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. P. **Transposição didática: por onde começar?** 2 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antonio. Curso de Física. São Paulo: Ed. Scipione, 2010.

ALVES FILHO, J. P. Regras da Transposição didática aplicadas ao Laboratório Didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174- 188, ago. 2000a.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 41-52, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2019: Física: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2018.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**. V.10, n. 3, p. 387-404, 2005.

BRITO MENEZES, A. P. A. Contrato Didático e Transposição Didática: Interrelações

entre os Fenômenos Didáticos na Iniciação à Álgebra na 6ª série do Ensino Fundamental. Recife, 2006. Tese (Doutorado em Educação). UFPE, 2006.

BLAZOLI, Clóvis. Livros didáticos de física no Brasil: história, tendências e desafios. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, p. 167-195, abr. 2014.

BUCUSSI, A. A. **Projetos curriculares interdisciplinares e a temática energia**. 2005. 267f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CORREA FILHO, Ronaldo Jorge. Inserção do brasileiro no mercado de trabalho dos Estados Unidos: um estudo exploratório. 2018. 111 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/7728/2/Ronaldo%20Jorge%20Correa%20Filho.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2023.

CHEVALLARD, Y. **Pourquoi la Transposition Didactique?**. Comunicação em Séminaire de didactique et de pédagogie des mathématiques de l'IMAG, Université scientifique et médicale de Grenoble. Actes de l'année, 1982. Disponível em: http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Pourquoi_la_transposition_didactique.pdf. Acesso em: 23 Jun. 2017.

CHEVALLARD, Yves. **La Transposición Didáctica: Du Savoir Savant Au Savoir Enseigné**. Paris, França. Pensee Sauvage, 2005.

FERNANDES, Sandro Soares. **Atividades investigativas envolvendo sistema métrico**. 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física Mestrado Profissional em Ensino de Física, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

GOMES, L. C. **Representação social dos autores dos livros didáticos de física sobre o conceito de calor**. 2012. 199f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

HALLOUN, I. A. e HESTENES, D., **“Common sense concepts about motion”**. *American Journal of Physics*, 53 (1985), p. 1056–1065.

JACQUES, V.; FILHO, J. P. A. O Conceito de Energia: Os Livros Didáticos e as Concepções Alternativas. In: **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba. Atas do XI EPEF, 2008. Disponível em: http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/epef/_oconceitodeenergiaoslivr.urldotrabalho.pdf. Acesso em: 26.Fev. 2023.

LIMA, Luís Gomes de. O estudo do movimento retilíneo uniforme dos corpos através da leitura de trechos da 2ª Jornada do livro *Diálogo Sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano*, de Galileu Galilei. **A Física na**

Escola, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 24-29, nov. 2012. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol13/Num1/a08.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

LERNER, R. M. **A transposição didática na produção de livros didáticos de ciências**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 7, n. 1, p. 20-43, 2002.

MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. **Formação continuada em meio ambiente: transposição didática e representações sociais**. 2011. 70f. Tese (Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

MEDEIROS, Alexandre. A Física nas Transmissões Esportivas: uma mecânica de equívocos. **A Física na Escola**, Recife, v. 5, n. 1, p. 7-14, jun. 2004. Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/e-fisica/apoio/textos/v5n1a03.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

NETO, João Barcelos (2004). **Mecânica Newtoniana, Lagrangiana e Hamiltoniana**. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Nussenzveig, H. M. **Curso de Física Básica I – Mecânica**, 4a edição, EdgarBlücher (S. Paulo), 2002. SOLBES, J.; TARÍN, F. Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las ciencias*, v. 16, n. 3, p. 387-397, 1998.

NUSSENZVEIG. Herch Moysés. **Curso de física básica – volume 1: mecânica**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013.

PEREIRA JÚNIOR, C. A.; AZEVEDO, N. R.; SOARES, M. H. F. B. Proposta de ensino de Ligações Químicas como alternativa a regra do octeto no Ensino Médio: diminuindo os obstáculos para aprendizagem do conceito. In: Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília, 2010

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre, Artmed, 1999.

RAMALHO, Francisco; NICOLAU, Marcelo; TOLEDO, Paulo. **Fundamentos da Física - Vol. 1**. 7. ed. São Paulo: Ed. Moderna, 2013.

SANTOS, K.C dos. **Ciências da Natureza: movimentos e equilíbrio na natureza**. São Paulo: Moderna, 2020.

SANTOS, R. V. (2020). **A experimentação no ensino de Física: atividades experimentais como alternativas aos métodos tradicionais**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/194482/santos_rv_me_prud.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em: 05 mar. 2023.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; ZEMANSKY, M.W. **Física I**. 12. ed., São Paulo: PEARSON, 2008, v. 1

SEVILLA, S. C. **Reflexiones en torno al concepto de energia:** implicaciones curriculares. *Enseñanza de las ciencias*, v. 4, n. 3, p. 247-252, 1986.

SILVA, G. C. (2020). **Uma proposta para o ensino de Física Moderna e Contemporânea na educação básica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2020_Glaucemar_Silva/dissertacao_Glaucemar_Silva.pdf. Acesso em: 05 mar. 2023.

SILVA, M.R, PASSOS, M.M.B, ANDERSON, Vilas. **A história da dupla hélice do DNA nos livros didáticos:** suas potencialidades e uma proposta de diálogo. *Ciência & Educação (Bauru)* [online]. 2013, v. 19, n. 3 [Acessado 30 Agosto 2022] , pp. 599-616. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000300007>>. Epub 07 Out 2013. ISSN 1980-850X. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000300007>.

SILVA, P. N.; SILVA, F. C. V.; SIMOES NETO, J. E. **A transposição didática do conteúdo equilíbrio químico molecular.** *Acta Scientiae*, v. 19, n. 6, p. 977-995, 2017.

SOUZA, V. R. de. **Uma proposta para o ensino de Energia Mecânica e sua conservação através do uso de analogias.** 2015. 80f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

SOLBES, J.; TARÍN, F. **Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía.** *Enseñanza de las ciencias*, v. 16, n. 3, p. 387-397, 1998.

LOPES, S; ROSSO, S. **Ciências da Natureza:** poluição e movimento. São Paulo: Moderna, 2020.

Trowbridge, D. E. e McDermott, L. C. **“Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension.”** *American Journal of Physics*, 48 (1980), p. 1020–1028.

URONE, Paul Peter; HINRICHS, Roger. **Time, Velocity, and Speed:** from Openstax College Physics. *College Physics 2e*, Houston, Texas, p. 1-34, 13 jul. 2022. Disponível em: <https://openstax.org/books/college-physics-2e/pages/1-introduction-to-science-and-the-realm-of-physics-physical-quantities-and-units>. Acesso em: 8 nov. 2022.

VIEIRA, Waldo. **Dicionário de Argumentos da Conscienciologia.** Foz do Iguaçu, PR: Editares, 2014 (Verbetes: Abertismologia; Antilinguisticologia; Autoparageometriologia; Excelenciologia; Introspecciologia; Neoperspectivologia; Paracienciologia).

VERRET, Michel. **Le Temps des Études.** Tese de doutorado. Paris, França: disponível em <http://www.sudoc.fr/000031526>, 1975.