



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

THALITA ALVES DA SILVA

**A LINGUAGEM MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DA
CINEMÁTICA: ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS UTILIZADOS NA
LICENCIATURA EM FÍSICA DA UEPB**

**Campina Grande
2021**

THALITA ALVES DA SILVA

**A LINGUAGEM MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DA
CINEMÁTICA: ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS UTILIZADOS NA
LICENCIATURA EM FÍSICA DA UEPB**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Licenciatura em Física da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de Licenciada
em Física.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde

CAMPINA GRANDE
2021

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586l Silva, Thalita Alves da.

A linguagem matemática na formação de conceitos básicos da cinemática [manuscrito] : análise dos livros didáticos utilizados na Licenciatura em Física da UEPB / Thalita Alves da Silva. - 2021.

20 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.

"Orientação : Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde, Coordenação do Curso de Física - CCT."

1. Livro didático. 2. Linguagem matemática. 3. Ensino de Física. I. Título

21. ed. CDD 530.7

THALITA ALVES DA SILVA

A LINGUAGEM MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DA
CINEMÁTICA: ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS UTILIZADOS NA
LICENCIATURA EM FÍSICA DA UEPB

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Física da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de Licenciada em Física.

Aprovada em: 28/05/2021.

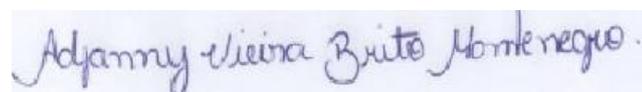
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Morgana Lígia de Farias Freire
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Me. Adjanny Vieira Brito de Araújo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	06
2	A LINGUAGEM MATEMÁTICA NA FÍSICA E NO ENSINO DE FÍSICA.....	06
3	O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA NO ENSINO SUPERIOR: POR QUE ANALISÁ-LOS?.....	09
4	METODOLOGIA	10
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	16
	REFERÊNCIAS	16

A LINGUAGEM MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE CONCEITOS BÁSICOS DA CINEMÁTICA: ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS UTILIZADOS NA LICENCIATURA EM FÍSICA DA UEPB

Thalita Alves da Silva

RESUMO

O trabalho apresenta como principal objetivo a realização de um estudo documental, análise de livros didáticos, acerca de como os materiais instrucionais utilizados nos componentes curriculares introdutórios de Física, influenciam na compreensão e utilização da linguagem matemática para descrever e estruturar conceitos de Física as implicações desses fatores, na compreensão de conceitos por parte dos estudantes, visando à compreensão do papel da linguagem matemática na construção, descrição e entendimento dos conceitos físicos. A metodologia utilizada para realização do estudo foi de natureza qualitativa, realizamos uma análise documental (análise de livros didáticos). A análise foi direcionada especificamente para como os livros didáticos apresentam os conceitos de posição, deslocamento, velocidade e aceleração em movimentos unidimensional e bidimensional e como isso pode influenciar na aprendizagem dos estudantes. Os resultados do estudo nos levam à conclusão que algumas das dificuldades dos estudantes em relação a compreensão dos conceitos de posição, deslocamento, velocidade e aceleração, conceitos básicos para o estudo da Mecânica, podem ser geradas ou reforçadas pela forma com que os livros didáticos apresentam tais conceitos ao abordarem os conteúdos relativos ao estudo dos movimentos uni e bidimensionais. Por fim, este tema de pesquisa poderá indicar caminhos para os materiais instrucionais a serem utilizados no ensino de física, tendo como base as relações entre a física e a matemática, à linguagem utilizada.

Palavras-chave: Linguagem matemática, Formação de conceitos, Livro didático.

ABSTRACT

The work presents as the main objective the realization of a documentary study initial analysis of didactic books about how the materials instructional used in the curricular components introductory physics, influence understanding and use of mathematical language to describe and structure Physics concepts at implications of these factors, in understanding of concepts on the part of the students, aiming at understanding the role of language math in construction, description and understanding of physical concepts. The methodology used for realization of the studies was in nature qualitative, we performed a documentary analysis (textbook analysis). The analysis was directed specifically for how the book didactic presents the concepts displacement, speed and acceleration in one-dimensional and two-dimensional movements and how it can influence in student learning. The results of the study lead us to the conclusion that some of the difficulties of students in relation to understanding of the concepts of position, displacement, speed and acceleration, basic concepts for the study of Mechanics, can be generated or reinforced by the way textbooks present such concepts when addressing the contents relative to the study of uni and bidimensional movements. Finally, this research topic may indicate ways for the instructional materials to be used in teaching physics, based on the relationship between physics and mathematics, the language used.

Keyword: Mathematical language, Concept formation, Textbook.

1. INTRODUÇÃO

Não é raro ouvirmos discursos dos estudantes relatando suas frustrações relacionadas a seu desempenho nas disciplinas de Física, especialmente nos primeiros semestres dos cursos superiores, há um grande esforço e dedicação nos estudos, mas, às vezes, o resultado obtido é insatisfatório. A partir disso, surgem então alguns questionamentos, por exemplo, indaga-se o porquê dos resultados ruins.

Uma resposta para tal questionamento pode apontar que não houve a compreensão dos conceitos estudados, não houve domínio dos conceitos, das situações e das representações por parte do estudante. Num cenário oposto, o não domínio dos conhecimentos físicos pode estar sendo mascarado por alguns resultados positivos, o estudante tem a sensação de que domina a Física, mas na verdade isso pode não estar acontecendo.

Quando voltamos o nosso olhar para um conteúdo específico podemos observar mais detalhadamente as dificuldades de compreensão de conceitos que estudantes apresentam quando são solicitados a expor o que conhecem sobre determinado conceito.

Mais especificamente, quando se trabalha de situações que envolvem movimento, onde eles devem possuir uma noção mensurável sobre os vetores, componentes de vetores e o comportamento dos vetores na estruturação dos conceitos de posição, deslocamento, velocidade e aceleração no movimento bidimensional, além de situações em que eles devem saber em diferentes momentos a trajetória do corpo.

Assim, as representações, conceitos e situações observadas podem apontar para as dificuldades que os estudantes têm desenvolvido nos primeiros semestres da licenciatura em Física. Dessa maneira, é relevante compreender se os conceitos estão sendo aprendidos, bem como, entender qual função está sendo dada à Matemática para justificar sua presença no ensino da Física. Para tal, teremos como ponto de partida o pressuposto de que a visão do papel desempenhado pela Matemática na Física pode interferir na compreensão de conceitos físicos (ATAÍDE, 2012).

Para tanto, compreender como os livros didáticos apresentam tais conceitos consiste em um passo importante para tentarmos entender tamanha dificuldade dos estudantes ao cursarem as Físicas iniciais, nas quais eles terão o primeiro contato com uma Matemática mais elaborada e com os conceitos relacionados a ela. Portanto, esse trabalho tem como objetivo à análise de livros didáticos, para entendermos como a linguagem matemática é exposta nos livros, e conseqüentemente, é compreendida e utilizada na estruturação dos conceitos e nas situações problemas pelos estudantes.

2. A LINGUAGEM MATEMÁTICA NA FÍSICA E NO ENSINO DE FÍSICA

Embora as ferramentas matemáticas tenham sido desenvolvidas desde os primórdios da civilização humana, e os métodos matemáticos “axiomáticos”, geralmente atribuídos a Grécia Clássica (QUALE, 2011), a Matemática não foi utilizada para a obtenção de uma melhor compreensão dos fenômenos naturais até o advento da ciência moderna.

Segundo Paty (2002), Galileu apresentou a ideia que o “livro da natureza” é escrito no idioma de figuras e números para justificar o caráter matemático de magnitudes e leis da Física. Dessa forma, para Galileu, a linguagem da natureza é uma linguagem matemática e esta não se apresenta como uma simples ferramenta a serviço da Física, mas consiste no próprio elemento que estrutura grandezas e leis.

A forma como ocorre a relação entre a Física e a Matemática e suas implicações no ensino foi o foco dos estudos de Pinheiro, Pinho-Alves e Pietrocola (2001), e como resultados dos estudos eles propõem a noção de Matemática como estruturante do conhecimento físico. Para eles, ela constitui-se no “esqueleto” que sustenta o “corpo” da Física. E sobre essa relação escrevem:

A Matemática fornece um conjunto de estruturas dedutivas, por meio das quais se expressam as leis empíricas ou os princípios teóricos da Física (...) ela é uma forma de linguagem e ferramenta, por meio da qual são **estruturadas** as relações entre os elementos constituintes de uma teoria (PINHEIRO, PINHO-ALVES e PIETROCOLA, 2001, p. 40 grifo nosso).

Evidenciando o caráter interpretativo da Matemática como uma linguagem e, dessa forma, pode-se diferenciar o saber científico do saber do senso comum, uma vez que a linguagem utilizada é uma importante forma de diferenciação entre os dois saberes, pois a ciência, normalmente, vale-se da Matemática como forma de expressar seu pensamento. Nesse sentido, Pietrocola afirma:

Seu emprego (**o da Matemática**) torna-se critério de cientificidade, na Física, na medida em que a incapacidade de expressar propriedades de sistemas em linguagem matemática inviabiliza mesmo a possibilidade de admiti-las como hipóteses para o debate científico (PIETROCOLA, M; 2002, p. 89-90, grifo nosso).

Entendendo que em determinados momentos, a Matemática se assemelha a uma simples descrição de objetos, como, por exemplo, quando observamos o caso da cinemática, em que a Matemática tem sua utilização semelhante à de uma mera descrição de fenômenos físicos, Pietrocola (2002) alerta que, ao afirmar que a Matemática é a linguagem da ciência, deve-se analisá-la como expressão de nosso próprio pensamento, como a maneira de estruturarmos nossas ideias sobre o mundo físico, e não apenas como instrumento de comunicação. Entendemos, no entanto, que existem relações mais complexas entre os conhecimentos, da Física e os da Matemática, e que a semelhança entre eles não implica, necessariamente, que um atue como mera descrição do outro.

Nesse sentido, a Matemática enquanto linguagem empresta sua estruturação ao pensamento científico para compor os modelos físicos sobre o mundo, e sua escolha, enquanto estruturadora da ciência, reside, entre outras coisas, nas suas características de precisão, universalidade e lógica dedutiva (ibid). Esta posição corresponde a uma das visões apresentadas por Michel Paty (2002), a Matemática como a linguagem da Física, no entanto, não no sentido de tradução, mas sim como integrante da própria construção do conhecimento que ela expressa.

Segundo Pietrocola (op. cit. p.103), uma maneira de estruturar tais pensamentos é a análise da evolução da ciência, a qual resultou na utilização da

linguagem matemática para expressar os conceitos físicos e as leis e princípios da ciência ganham significado se interligando em estruturas matemáticas.

Nesse contexto, a Matemática assume um papel de grande importância para o ensino da Física, comparado ao papel que ela assume no processo de construção desse conhecimento, e essa importância se justifica por ela se constituir na linguagem do conhecimento físico.

No Ensino de Física, a forma como a Física e a Matemática é apresentada pode influenciar diretamente na aprendizagem de conceitos físicos (PIETROCOLA, 2010), pode contribuir para facilitação da compreensão desses conceitos, ou apresentar uma função inversa, dificultando essa compreensão.

Uma visão muito habitual expressa pelos de estudantes é que a Física e a Matemática são praticamente a mesma coisa, e que a Física é muito difícil por ter uma grande carga de Matemática, posição observada tanto no ensino básico, como nos cursos de graduação, ou seja, no ensino superior.

Os professores de Física apresentam, de modo geral, um discurso comum de que seus estudantes não compreendem Física por causa de suas fragilidades no entendimento e domínio da Matemática, e que, se tivessem uma base anterior sólida em Matemática, o problema de aprendizagem da Física estaria praticamente resolvido. Essa situação gera, dentro das instituições de ensino, uma disputa velada entre os professores de Física e de Matemática, cada um deles defendendo a importância de suas disciplinas e, na maioria das situações, nem os próprios professores entendem essa importância e as ligações existentes entre elas.

A cerca dessa situação, Pietrocola escreve:

Os professores de Física gostariam que seus alunos chegassem à sala de aula com os pré-requisitos matemáticos completos. Em contrapartida, os professores de Matemática não aceitam, com razão, que sua disciplina seja pensada apenas como instrumento para outras disciplinas, e impõem uma programação que nem sempre se articula com aquela da Física (PIETROCOLA, M; 2002, p. 96).

Tal concepção indica que os professores apresentam um posicionamento epistemológico ingênuo de que a Matemática se apresenta apenas como uma ferramenta a ser utilizada pela Física na resolução de seus problemas. O posicionamento de tal natureza tem uma implicação importante no Ensino de Física, uma vez que, ao se propagar entre os estudantes, deixa neles a impressão de que, conhecendo a expressão matemática e a forma como operacionalizá-la, consegue-se alcançar um resultado satisfatório em Física. Consequentemente, o objetivo dos estudantes passa a ser apenas em lembrar-se da equação e as formas resolvê-la, sem ter como foco a compreensão dos conceitos, uma vez que muitos deles têm como base de sua construção uma estrutura matemática. Como sabemos isso não é suficiente para uma compreensão conceitual da Física, e poderá servir de obstáculo para um entendimento mais aprofundado dessa ciência.

Nesse sentido, a visão ingênua da Matemática como ferramenta para a Física, é alimentada também pelos livros didáticos, uma vez que raramente apresentam uma exposição de conteúdo e situações problemas que fujam da operacionalidade técnica da Matemática, prática já consolidada no Ensino de Física.

A visão da Matemática como uma linguagem estruturante do pensamento físico, é apresentada por Pietrocola (2002) e reforça a ideia que não bastaria apenas entender a Matemática para compreender a Física e sim utilizá-la como a própria estrutura na construção desses conceitos. Esse fato origina um alerta aos professores de Física, que, na maior parte das vezes, conferem o insucesso de seus estudantes em Física ao baixo desempenho em Matemática. No entanto, se essa análise dos professores fosse verdadeira, por que, mesmo sabendo resolver uma equação matematicamente simples, como, por exemplo, a equação utilizada na construção da Segunda Lei de Newton, muitos estudantes não conseguem compreender e muito menos resolver satisfatoriamente situações problemas propostas envolvendo esse princípio?

Em relação ao Ensino de Física em semestres iniciais dos cursos superiores, Barbeta e Yamamoto (2002) destacam que estes passam por sérias dificuldades ligadas à deficiência com o trato matemático necessário para aprofundar as discussões relativas aos conteúdos estudados.

A ideia é que o livro didático ainda se configura como um recurso fundamental no Ensino de Física, ele assume um papel de muita importância como contribuição favorável nos processos de construção do conhecimento e, principalmente, no que diz respeito às relações entre a Física e a Matemática nessa construção.

Dessa forma, o uso de materiais instrucionais adequados para se trabalhar a linguagem Matemática na Física pode constituir, ainda, numa possibilidade viável para a facilitação da aprendizagem em Física.

3. O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA NO ENSINO SUPERIOR: POR QUE ANALISÁ-LOS?

Os livros didáticos, de um modo geral, são considerados como o principal recurso utilizado no processo educacional, sejam como fonte de pesquisa, um referencial teórico, ou até como norteador do currículo, tanto para estudantes como para professores.

No entanto, muitos professores ainda não conseguem ter a clareza quanto a função do livro didático na sua ação docente, o que para Rodrigues Filho e Portela (2015) é devido à falta de capacitação para os professores em exercício e em formação.

Nas últimas décadas percebeu-se um aumento nas pesquisas referentes aos livros didáticos de Física, como por exemplo, Monteiro e Nardi (2008), Domingui (2011), Reis e Martins (2016), Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017) porém, em sua grande maioria, tendo como objeto os livros didáticos da Educação Básica, mesmo nesse universo, são identificados nessas pesquisas equívocos conceituais, inadequação no uso de imagens, linguagem matemática inapropriada, dentre outros problemas elencados.

No Ensino Superior o papel do livro didático de Física não difere muito do atribuído a ele na Educação Básica, embora o caráter de recurso direcionado a pesquisa e a proposição de problemas e exercícios fiquem mais evidentes devido à metodologia predominante entre os professores desse nível de ensino, que

tradicionalmente têm como principal material para suas aulas os escritos expostos nos quadros e apostilas ou notas de aulas. Porém esses materiais, via de regra, são elaborados com o auxílio dos livros didáticos e refletem as visões expostas neles.

Os livros didáticos, em grande parte das vezes, são indicados pelos professores, em seus cursos, no entanto é muito importante a realização de uma análise se os mesmos são adequados aos seus propósitos de ensino, tendo em vista, especialmente nesse nível de ensino, a profundidade das discussões e necessidade de apropriação adequada dos conceitos por parte dos estudantes.

Nesse sentido, analisar como os livros apresentam as diferentes linguagens e formatos representacionais, tais como, grandezas, figuras, gráficos, símbolos e equações, combinados com texto podem indicar caminhos para que ocorra a aprendizagem e retenção dos conteúdos (GRECA, PALMERO e MOREIRA, 2002).

Para Almeida (1992), a compreensão das ideias gerais da Física, o aprendizado conceitual e o aprendizado da linguagem matemática fazem parte da construção do conhecimento físico e, portanto, não podem ser excludentes, reforçando assim a importância de uma análise de como os livros didáticos de Física apresentam essas relações, tendo como foco a compreensão dos conceitos por parte dos estudantes. Dessa forma, fica justificada a análise dos livros de Física utilizados no ensino superior.

4. METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida utiliza fundamentalmente instrumentos da metodologia qualitativa, pois esta permitirá um estudo com maior detalhamento.

Selecionamos quatro livros didáticos, utilizados no curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, nos componentes curriculares introdutórios de Física, mais especificamente nos componentes de Códigos e Linguagem da Física e Noções Fundamentais da Física. A escolha dos livros didáticos se deu a partir da consulta ao Projeto Pedagógico do Curso, mais especificamente as ementas e referências bibliográficas dos componentes curriculares.

Para a análise dos livros foram elaborados alguns critérios e categorias, com o intuito de compreendermos como a forma com que o conteúdo é exposto no livro didático pode influenciar na compreensão dos conceitos por parte dos estudantes.

A partir desses critérios e categorias foi elaborada uma grelha de análise dos livros didáticos, tendo como foco principal a linguagem matemática na descrição e estruturação dos conceitos físicos integrantes do campo conceitual da cinemática, mais especificamente os conceitos de posição, deslocamento, velocidade e aceleração.

As categorias de análise foram a organização sequencial, a notação vetorial e a linguagem, e a cada categoria associamos critérios de análise. Que podem ser observadas no Quadro 1.

Após a confecção do instrumento foi realizada a análise categórica dos livros.

Quadro 1: Critérios para análise dos livros didáticos

Categoria	Critérios	
1- Organização sequencial	1.1- Conteúdos trabalhados no mesmo capítulo	
	1.2- Conteúdos trabalhados em capítulos distintos	a) Vetores antes de movimento unidimensional
		b) Vetores depois de movimento unidimensional
2-Notação vetorial	2.1- Os conceitos são abordados como grandezas vetoriais nos capítulos de Movimento unidimensional e bidimensional.	
	2.2- Os conceitos são abordados como grandezas vetoriais apenas no capítulo de movimento bidimensional.	
3-Linguagem	3.1- Figuras	
	3.2- Equação e Símbolos	
	3.3- Verbalização	

Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos Livros Didáticos

No processo de aprendizagem de um indivíduo, este, precisa se apoiar em ideias socialmente construídas para que consiga progredir na construção e apropriação de um determinado conhecimento. O ambiente de ensino e aprendizagem é composto por vários elementos que integram e podem influenciar no sucesso desse processo, dentre estes podemos destacar o livro didático, que segundo Saviani (2009), pode exercer influência na compreensão dos conteúdos e torna-se, muitas vezes, o agente selecionador, organizador e sequenciador dos elementos para a sua formação, uma vez que é o recurso mais utilizado pelos estudantes no processo de aprendizagem.

Nesse sentido, partimos da premissa de que a forma como os livros didáticos apresentam a discussão dos conteúdos, pode ser um dos fatores que levam a não compreensão dos conceitos. Por isso, a análise dos capítulos que abordam os conteúdos da cinemática se mostra necessária na identificação dos possíveis colaboradores para o surgimento das dificuldades dos estudantes.

Dessa forma, tivemos como objetivo analisar os capítulos de livros de Física utilizados no ensino superior, mais especificamente no curso de Licenciatura em Física, livros que abordassem os conteúdos de vetores e movimento, para entendermos como a abordagem desses conteúdos pode influenciar na compreensão dos conceitos de posição, deslocamento, velocidade e aceleração em movimentos que ocorrem em uma e duas dimensões.

Após realizarmos uma busca, como explicitada anteriormente, selecionamos quatro livros. Os livros selecionados estão expostos no Quadro 2, destacamos que o foco da análise foram os capítulos que tratam dos conteúdos que abordam os conceitos básicos de cinemática, os quais eram foco da investigação.

Quadro 2: Livros selecionados para análise

Livro	Título	Autores	Edição	Ano
Livro 1	Física para cientistas e engenheiros	Paul A. Tipler e Gene Mosca	6 ed.	2010
Livro 2	Física uma abordagem estratégica	Randall D. knight	2 ed.	2009
Livro 3	Fundamentos da física	David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker	8ed.	2008
Livro 4	Física I	Francis Sears e Mark Zemanski	10ed.	2003

Fonte: Elaborada pela autora, 2020.

Categorização e descrição dos livros didáticos analisados

Exporemos como cada autor apresenta os conceitos de posição, deslocamento, velocidade e aceleração, no que se refere a organização em relação aos capítulos dos livros, ao tratamento vetorial dado a cada conceito e os elementos da linguagem utilizados na exposição desses conceitos.

Organização Sequencial

A categoria “Organização Sequencial” diz respeito à organização dos capítulos do livro no que se refere à apresentação dos conteúdos Vetores e Movimentos, se esses são apresentados em um único capítulo ou em capítulos separados, e se quando separados o conteúdo de vetores é trabalhado antes ou após o movimento unidimensional. Essa análise é importante, pois, a separação dos conteúdos pode influenciar os estudantes a pensarem que a Matemática e a Física estão separadas

no contexto de estudos dos fenômenos físicos e facilitarem uma compreensão equivocada que os conceitos têm naturezas diferentes quando tratados no movimento unidimensional e bidimensional.

Livro1:

Classificação correspondente ao critério 1.2 – Conteúdos separados em capítulos distintos.

Especificação (a) - Vetor trabalhado antes de movimento unidimensional.

Livro 2:

Classificação correspondente ao critério 1.1 – Conteúdos trabalhados no mesmo capítulo.

Especificação (a) - Vetor trabalhado antes de movimento unidimensional.

Livro 3:

Classificação correspondente ao critério 1.2 – Conteúdos separados em capítulos distintos.

Especificação (b) – Vetor trabalhado depois de movimento unidimensional.

Livro 4:

Classificação correspondente ao critério 1.2 – Conteúdos separados em capítulos distintos.

Especificação (a) – Vetor trabalhado antes de movimento unidimensional.

Notação Vetorial

A categoria “Notação Vetorial” refere-se a como são apresentados os conceitos deposição, deslocamento, velocidade e aceleração, nos capítulos que tratam dos movimentos uni e bidimensionais, pois entendemos que a não utilização de uma notação vetorial quando se aborda o movimento unidimensional pode ser um fator que dificulta a compreensão dos referidos conceitos.

Livro1: O livro analisado se encaixa no critério 2.2 – Os conceitos são abordados como grandezas vetoriais apenas no movimento bidimensional.

Livro 2: Classificado no critério 2.2 – Os conceitos são abordados como grandezas vetoriais apenas no movimento bidimensional.

Livro 3: O livro se enquadra no critério 2.2 – Os conceitos são abordados como grandezas vetoriais apenas no movimento bidimensional.

Livro 4: Livro categorizado no critério 2.1 – os conceitos são abordados como grandezas vetoriais tanto no movimento uni como no bidimensional.

Linguagem

Na categoria “Linguagem”, observamos a utilização, por parte dos autores, das representações através dos elementos de linguagem, figuras, gráficos, equações, símbolos matemáticos e verbalização direta dos conceitos deposição, deslocamento, velocidade e aceleração.

Nessa categoria, a estruturação dos livros não apresenta grandes diferenças, de modo geral, os livros 1, 3 e 4 apresentam, como já exposto na categoria “Organização Sequencial” capítulos diferentes para a apresentação dos movimentos em uma e duas dimensões e dessa forma as representações utilizadas por eles são específicas para cada um dos capítulos.

Nos livros 1 e 3, no capítulo do movimento unidimensional são utilizadas figuras que retratam situações cotidianas envolvendo movimento, gráficos expressos em um sistema de eixos coordenados, equações e símbolos sem uma notação ou referência a natureza vetorial desses conceitos. Por outro lado, as representações utilizadas no capítulo que aborda o movimento bidimensional fazem referência à natureza vetorial dos conceitos, essa evidencia nas figuras, gráficos, equações, e símbolos matemáticos.

O livro 4, por sua vez, constrói os conceitos, desde o princípio, utilizando a notação vetorial, tanto através das representações gráficas como das equações e símbolos.

O livro 2, único dos analisados, que apresentam os dois movimentos em um único capítulo inicia a discussão utilizando figuras contextualizadas, no entanto, apresenta a representação vetorial apenas quando trata do movimento bidimensional.

Além das representações através das figuras, gráficos, equações e símbolos, todos os livros analisados apresentam a verbalização explicitadas definições de posição, deslocamento, velocidade e aceleração.

Ao analisarmos os livros didáticos percebemos características que reafirmam alguns pensamentos e atitudes dos estudantes frente à compreensão dos conceitos e a relação entre a Física e a Matemática. Nesse contexto, elegemos algumas categorias e critérios (Quadro1) que relacionam as características dos livros didáticos. A análise pode ser sumarizada através do exposto no Quadro 3, que mostra a síntese da classificação dos livros didáticos.

Quadro 3: Síntese da classificação dos livros analisados

LIVRO	ORGANIZAÇÃO SEQUENCIAL	NOTAÇÃO VETORIAL	LINGUAGEM
Livro 1	Conteúdos separados em capítulos distintos	Os conceitos são abordados como grandezas vetoriais apenas no movimento bidimensional	Figuras, gráficos, equações, e símbolos matemáticos com representação vetorial apenas para o movimento bidimensional. Verbalização Explícita dos conceitos.
Livro 2	Conteúdos trabalhados no mesmo capítulo	Os conceitos são abordados como grandezas vetoriais apenas no movimento bidimensional	Figuras, gráficos, equações, e símbolos matemáticos com representação vetorial apenas para o movimento bidimensional. Verbalização Explícita dos conceitos.
Livro 3	Conteúdos separados em capítulos distintos	Os conceitos são abordados como grandezas vetoriais apenas no movimento bidimensional	Figuras, gráficos, equações, e símbolos matemáticos com representação vetorial apenas para o movimento bidimensional. Verbalização Explícita dos conceitos.
Livro 4	Conteúdos Separados em capítulos distintos	Os conceitos são abordados como grandezas vetoriais tanto no movimento uni como no bidimensional.	Figuras, gráficos, equações, e símbolos matemáticos com representação vetorial para os movimentos uni e bidimensional. Verbalização Explícita dos conceitos.

Fonte: Elabora do pela autora, 2020.

Observamos que em relação à organização sequencial a maioria dos capítulos trabalham com vetores e movimento em capítulos separados, enquadrando-se assim no critério 1.2, alguns livros antes de começarem a tratar dos conceitos físicos apresentam um capítulo à parte tratando apenas sobre vetores, isso é um ponto bastante importante de ser analisado, pois isso pode fortalecer a visão de separação entre a Física e a Matemática na estruturação dos conceitos e ainda a ideia da utilização da Matemática apenas como ferramenta para a Física.

Podemos observar também, que a maioria dos livros analisados (1, 2 e 3) abordam os conceitos estruturados a partir da notação vetorial apenas no movimento bidimensional, isso pode ser um obstáculo para o entendimento dos conceitos quando tratados como grandezas vetoriais, fazendo com que o estudante possa entender que quando tratado no movimento unidimensional esses conceitos diferem dos abordados no movimento bidimensional.

Quanto aos elementos de linguagem utilizados, a Matemática tem um maior destaque, o que pode configurar-se como elemento dificultado para a compreensão

do estudante, pois eles tendem a entender que a Matemática define o conceito e quando questionados acerca de um conceito podem remeter apenas a equação Matemática que a estrutura, deixando o significado de lado elevando em consideração apenas o seu significante.

Essa posição dos autores vem a colaborar com a construção das concepções dos estudantes e, infelizmente, favorece a disseminação dessa visão incompleta, pois, a Matemática é além da linguagem que representa a Física, o suporte para os conceitos científicos que obtêm sentido ao se associar em com as estruturas matemáticas (PIETROCOLA, 2002). Neste sentido, a Matemática concede sua estruturação à Física para constituir os modelos físicos da realidade.

Destacamos que o livro didático é um dos recursos mais utilizados no processo de ensino e aprendizagem e diante do que foi exposto, ele pode levar a dificuldades de compreensão dos conceitos. Isso não significa que seu uso deve ser abolido, todavia, deve-se ter cautela e criticidade na escolha, de forma que ele nos auxilie a alcançarmos o fim que desejamos.

Este estudo, vinculado à área de Ensino de Física, proporcionou um melhor entendimento das visões apresentadas pelos autores dos livros acerca dos temas investigados, procuramos compreender como alguns conceitos da cinemática são apresentados nos livros didáticos utilizados nos componentes curriculares iniciais de física, em nível superior, na busca de tentar entender como esse fato pode influenciar no processo de compreensão desses conceitos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisarmos os livros didáticos percebemos a influência destes na compreensão dos conceitos físicos por parte dos estudantes, o modo como os conceitos são relacionados nos capítulos de movimento unidimensional e bidimensional podem causar confusão para os estudantes por transmitirem a ideia que as grandezas em um momento assumem um caráter vetorial e em outros momentos um caráter escalar, sem uma explicação mais aprofundada no que se refere a destacar que o movimento unidimensional é um caso particular, no qual para efeito de cálculo se pode desprezar a notação vetorial.

Os resultados apresentados permitem expressar considerações acerca dos desafios de analisar a abordagem e linguagem utilizadas para os conceitos dos livros didáticos do Ensino Superior. Dessa forma, é importante que mais estudos sejam direcionados nesse sentido, explorando as representações de outros conceitos, uma vez que podem indicar caminhos para a escolha e adoção de materiais instrucionais que facilitem a completa compreensão dos conceitos associados aos fenômenos físicos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria J. Ensino de Física: Para pensar algumas considerações. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. UFSC. V. 9, n.1. Florianópolis. 1992

ATAÍDE, A. R. P. O papel da matemática na Compreensão de conceitos e Resolução de problemas de Termodinâmica. **Tese**. Salvador, 2012

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. Dificuldades Conceituais em Física Apresentadas por Alunos Ingressantes em um Curso de Engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.24, n.3, p. 324-341, 2002

DOMINGUINI, Lucas. Questões históricas da evolução da Física Moderna nos livros didáticos de Física do PNLEM. **Vidya**, v. 31, n. 2, p. 11-26, 2011

FILHO, Otavio Rodrigues; PORTELA, Caroline Dorada Pereira. **O livro didático de Física na formação e na prática profissional do professor**. In: XII Congresso Nacional de Educação, Curitiba/PR, 2015. ISSN 2176-1396.

GRECA, Ileana M.; PALMERO, Maria L. R.; MOREIRA, Antonio. Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação**. V.2, n.3, p 36-56. São Paulo, 2002

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert Jearl walker; **Fundamentos de física, volume 1: mecânica**; Tradução: Ronaldo Sérgio de Biasi. 8. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

KNIGHT, Radall; **Física: uma abordagem estratégica**; Tradução Trieste Freire Ricci; 2.Ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

LIMA, Nathan Willig; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Claudio Jose de Holanda. Física Quântica no Ensino Médio: Uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLDEM 2015. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 435-459, ago. 2017.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto. **As abordagens dos livros didáticos acerca da Física Moderna e Contemporânea**: algumas marcas da natureza da Ciência. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Curitiba, 2008.

PATY, M., La physique quantique ou l'entraînement de la pensée physique par les formes mathématiques; *in* Mataix, Carmen y Rivadulla, Andrés (eds.), **Física cuántica y realidad. Quantum physics and reality**. Madrid: Editorial Complutense, 2002.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico; **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. V.19, n. 1, p. 93- 114, 2002.

PIETROCOLA, M. A. Mathematics as structural language of physical thought. In: VICENTINI, M.; SASSI, E. (Ed.) **Connecting Research in Physics Education with Teacher Education**. New Delhi: Angus & Grapher Publishers, v. 2, p. 35-48, 2010.

PINHEIRO T. F., PINHO-ALVES, J. e PIETROCOLA, M., Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico. In: *PIETROCOLA, M. (org.) Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

QUALE, A.; On the Role of Mathematics in Physics. **Science & Education**, v.20, p.359–372, 2011.

REIS, Wendel Farjado; MARTINS, Maria Inês. Estudo comparativo sobre as atividades experimentais em coleções de Física coincidentes recomendadas nas edições 2012 e 2015 do PNLD. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 462-476, 2016.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene, **Física para cientistas e engenheiros, volume 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica**; Tradução: Paulo Machado Mors. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A., **Sears e Zemansky Física**. Tradução: Adir Moysés Luiz. 10 ed. São Paulo: Editora Pearson, 2003.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela sua divina misericórdia e por tudo de tão maravilhoso quanto nos tem dado, por ter me concedido ânimo durante minha caminhada acadêmica.

À minha família, ao meu pai Lucivanio Felix da Silva, a minha segunda mãe Almidian Soares Silva, por todo o apoio que sempre me deram e por serem grandes incentivadores nos estudos durante a minha vida, serei eternamente grata. Obrigado pelo exemplo diário e por não me deixar falta o necessário, o respeito e o amor. Aos meus irmãos, minha sobrinha, minha avó e minhas tias pelo companheirismo, apoio e admiração.

A Professora Ana Raquel Pereira de Ataíde, minha orientadora, pela sua sabedoria, paciência, pelo modo respeitoso e dedicado de orientar. Agradeço pela oportunidade de ter participado do Programa de Iniciação Científica e do Programa de Monitoria, os quais trouxeram grandes contribuições para minha formação acadêmica.

As Professoras Morgana Lígia de Farias Freire e Adjanny Vieira Brito de Araújo por terem aceitado participar da Banca examinadora, assim como por toda contribuição por elas dada.

Em especial, ao meu irmão e amigo Alecio Soares pelo incentivo, companheirismo, sempre me ajudando e dando força, por nunca me deixar desistir, pelo apoio em todos os momentos da minha formação acadêmica e da vida.

A todos meus amigos da Graduação, em especial a Maria Eduarda e José João, pelos momentos de troca, pela grande ajuda em momentos difíceis, por todos os momentos que pudemos compartilhar risos e tanto companheirismo.

A meus amigos Wesley Balbino, Ana Carolina, Elisandra Neves, Joilson Zacarias, Marcária Araújo, Cassiano do Nascimento, Lizandra Moura, Renaly Maria pelo carinho, Força, apoio e toda ajuda que puderam dispor, vocês fizeram meus dias na universidade mais especiais.

Aos professores do curso de Licenciatura em Física da UEPB, de forma especial, a todos que ministraram disciplinas pra mim, pois contribuíram bastante em minha formação, com a partilha de seus vastos conhecimentos. Como também a todos os funcionários de Departamento de Física, que sempre estavam à disposição para ajudar.

Ao professor Alessandro Frederico, por ter me concedido a oportunidade de participar do Programa de Residência Pedagógica, em que trouxe muitas contribuições na

minha formação acadêmica, que durante o programa me forneceu oportunidades e desafios de vivenciar, na prática, toda a realidade do professor.

Dedico esse trabalho a minha mãe Joseilda Alves Costa (*in memoriam*) e ao meu irmão Almicio Soares Silva (*in memoriam*).

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente participaram desta etapa tão importante de minha vida.