



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

DIEGO DE SANTANA SOARES

O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO:
as concepções de professores de física e de matemática do ensino médio em
Pernambuco acerca das relações entre a matemática e a física

Caruaru
2024

DIEGO DE SANTANA SOARES

O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO:
as concepções de professores de física e de matemática do ensino médio em
Pernambuco acerca das relações entre a matemática e a física

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Física do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciado em Física.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientadora: Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho

Caruaru

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Soares, Diego de Santana.

O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO
ENSINO MÉDIO: as concepções de professores de física e de matemática do
ensino médio em Pernambuco acerca das relações entre a matemática e a física
/ Diego de Santana Soares. - Caruaru, 2024.

46p.

Orientador(a): Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Física - Licenciatura, 2024.

1. Ensino . 2. Aprendizagem. 3. Ensino médio . 4. Física . 5. Matemática .
I. Carvalho , Tassiana Fernanda Genzini de . (Orientação). II. Título.

530 CDD (22.ed.)

DIEGO DE SANTANA SOARES

O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO:

as concepções de professores de física e de matemática do ensino médio em
Pernambuco acerca das relações entre a matemática e a física

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Física do Centro Acadêmico do Agreste da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de licenciado em Física.

Aprovada em: 14/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Manoel Felix Pessoa dos Santos (Examinador Externo)
Escola de Referência em Ensino Médio de Bezerros

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus que é o Senhor de todas as coisas e da minha vida como um todo, sem a graça dele em minha vida, eu não teria chegado ao final deste curso e nada disso seria possível. Agradeço aos meus pais Adjanio e Edilma por todo apoio desde sempre, por me educarem e me mostrarem o caminho dos estudos na vida. Agradeço a minha namorada Karen por nunca ter soltado minha mão nas fases difíceis e turbulentas do curso, por ser tão essencial em minha vida como um todo, minha namorada e meus pais foram cruciais para que eu não desistisse do curso e pudesse chegar até aqui. Agradeço também as pessoas que possibilitaram meu transporte até a universidade, todas as pessoas que me ajudaram a chegar até o ponto de ônibus e indo até os motoristas.

Em seguida, agradeço também de modo especial à minha orientadora, a professora Tassiana que foi crucial para o desenvolvimento e conclusão desse trabalho de conclusão de curso. Sendo também uma pessoa muito importante na minha formação, que me trouxe diversas contribuições em todas as cadeiras que participei com ela e principalmente nesse trabalho. Agradeço também a cada docente do curso que contribuiu para minha formação e me formou como docente.

Por fim, agradeço aos meus amigos que me ajudaram e dividiram comigo essa jornada, agradeço também a cada pessoa que contribuiu de forma direta ou indiretamente em minha formação. A todos o meu muito obrigado, ninguém consegue fazer nada sozinho e a junção de várias pessoas formam a força. Tudo é possível aquele que crer em Deus e batalha arduamente pelos seus sonhos e objetivos. Essa minha graduação em física é a prova que mesmo em meio a tamanhas dificuldades e provações, sonhar e realizar é possível. Agradeço a mim mesmo, por nunca ter desistido de mim e dos meus sonhos, mesmo em meio as dificuldades, jamais desisti. Amém, toda honra e glória a Deus, autor e princípio de todas as coisas.

RESUMO

Neste trabalho buscou-se provocar reflexões acerca da relação entre a matemática e a física, refletindo sobre como a matemática é importante no processo de ensino e aprendizagem da física. A pesquisa teve como fonte de dados um questionário digital direcionado a professores do ensino médio de Pernambuco que atuam nessas áreas. O intuito foi coletar, analisar, e discutir as concepções desses professores acerca da relação entre a matemática e a física, dentro do processo de ensino-aprendizagem da física nas escolas. Os resultados apontam que na visão dos docentes que responderam ao questionário, alguns assuntos da matemática são fundamentais para a física. Além disso, alguns professores de física não estão preparados para lidar com as defasagens em matemática dos alunos. A matemática e a física possuem íntimas relações e diversos métodos de ensino podem ser direcionados para o ensino da física utilizando como base o aparato matemático. Também foi notado que a concepção de alguns professores pode dificultar o processo que liga a matemática como estruturante do conhecimento físico. Essas questões contribuem para que os alunos tenham visões defasadas entre a relação da importância da matemática, como uma necessidade para aprender física. Destarte, esta pesquisa nos inquieta em reflexões que levam a importância de se trabalhar de maneira leve e didática com as dificuldades dos alunos em matemática e em enxergar a mesma como importante dentro dos conteúdos de física. Com isso, destaca-se que é urgente a importância dos professores e das escolas se preparem para melhor atenderem às necessidades dos alunos, e seja o professor de física ou de matemática, ambos devem buscar meios para mostrar a relação íntima entre as duas disciplinas, superando a visão de que a matemática é simplesmente um pré-requisito ou uma ferramenta para a física.

Palavras-chave: Ensino; aprendizagem; Ensino médio; Física; Matemática.

ABSTRACT

This work sought to provoke reflections on the relationship between mathematics and physics, reflecting on how mathematics is important in the physics teaching and learning process. The research's data source was a digital questionnaire aimed at high school teachers in Pernambuco who work in these areas. The aim was to collect, analyze, and discuss these teachers' conceptions about the relationship between mathematics and physics, within the physics teaching and learning process in schools. The results indicate that in the view of the teachers who responded to the questionnaire, some mathematics subjects are fundamental to physics. Furthermore, some physics teachers are not prepared to deal with students' gaps in mathematics. Mathematics and physics have close relationships and different teaching methods can be directed towards teaching physics using the mathematical apparatus as a basis. It was also noted that the conception of some teachers may hinder the process that links mathematics as a structuring element of physical knowledge. These issues contribute to students having outdated views regarding the importance of mathematics as a necessity for learning physics. Therefore, this research concerns us with reflections that highlight the importance of working in a light and didactic way with students' difficulties in mathematics and in seeing it as important within physics content. With this, it is highlighted that it is urgently important for teachers and schools to prepare themselves to better meet the needs of students, and whether it is a physics or mathematics teacher, Both must seek ways to show the intimate relationship between the two disciplines, overcoming the view that mathematics is simply a prerequisite or a tool for physics.

Keywords: Teaching; learning; High school; Physical; Mathematics.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	08
1.1	OBJETIVO GERAL.....	10
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
1.3	JUSTIFICATIVA.....	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1	A RELAÇÃO MÚTUA ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA NA HISTÓRIA.....	13
2.2	A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA E VICE-VERSA.....	14
3	METODOLOGIA.....	17
3.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
4.1	OS CONTEÚDOS DA MATEMÁTICA QUE PODERIAM GARANTIR SUCESSO NA APRENDIZAGEM DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.....	20
4.2	A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA.....	24
4.3	AS POSSÍVEIS MELHORIAS NA RELAÇÃO ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO.....	27
4.4	AULAS DE REVISÃO DE MATEMÁTICA BÁSICA COMO UM POSSÍVEL CAMINHO PARA VIABILIZAR O PROFESSOR DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA FÍSICA.....	31
4.5	O PROFESSOR DE FÍSICA E SEU PREPARO PARA COM AS DEFASAGENS MATEMÁTICAS DOS ALUNOS.....	34
4.6	AS DIFICULDADES DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA COM AS DEFASAGENS DOS ALUNOS NA MATEMÁTICA BÁSICA.....	38
4.7	A IMPORTÂNCIA DE REVISAR A MATEMÁTICA DOS ANOS FINAIS NO ENSINO MÉDIO.....	40
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata dos processos de ensino e de aprendizagem da física e sua relação com a matemática no ensino médio, eles são vistos, em suma, como difíceis e enfadonhos. “Na Física, a relação com a Matemática é sintomática e se coloca como um quebra-cabeça de difícil solução” (PIETROCOLA, 2002, p. 91). Como citado pelo autor, fica-se evidente, que a relação entre física e matemática é deturpada, o que se intensificou com o novo ensino médio e a redução da quantidade de aulas de física. Contribuindo para que os estudantes desistam facilmente de se aprofundar na disciplina, para buscar uma aprendizagem efetiva, diante desse “quebra-cabeça”. Fato esse, que o autor da presente pesquisa vivenciou durante todo o ensino médio (EM), sendo também presente nas disciplinas de estágio supervisionado em que atuou.

Parte do insucesso em aprender física de modo proveitoso, pode ser atribuído pelo fato dos alunos não terem alguns pré-requisitos importantes, cabe ressaltar a introdução da disciplina eletiva de nivelamento matemático do novo ensino médio, que foi introduzida para tentar contribuir com esses possíveis requisitos matemáticos. Um deles se dá pela “bagagem”¹ matemática e um domínio eloquente de conteúdos básicos, adquiridos nos anos finais. Uma boa base matemática não garante total sucesso no processo de ensino e aprendizagem de física no EM, mas é fato que garante certo sucesso no processo e faz com que o aparato teórico e experimental da física, seja complementado com o domínio das fórmulas e equações presentes, que exigem certos assuntos da matemática como facilitadores e como uma linguagem física.

“A Cinemática se apoia fortemente em conhecimentos sobre funções”² que são anteriores ou dados em paralelo a esta”. (PIETROCOLA, 2002, p. 91). Como argumentado pelo autor, nota-se de modo eloquente que a matemática é uma forte “aliada” da física, seja em cinemática ou em qualquer outra área do currículo de física. Vale ressaltar que, não somente as funções, mas também o domínio das quatro

¹ Uma bagagem é algo que foi adquirido na vida em um determinado tempo de experiência, se tratando de uma bagagem matemática trata-se de todo conhecimento matemático adquirido pela pessoa em sua vida acadêmica e nos espaços não formais de ensino. Para os alunos do ensino médio a bagagem matemática é dada pelo ensino fundamental que permeou os assuntos básicos dessa ciência exata, que é de suma importância na física.

² O negrito não é do original e foi adicionado.

operações, das potenciações, da análise gráfica, entre outros, são exemplos de conteúdos cruciais para uma ínfima aprendizagem de cinemática e também de outros conteúdos da física no Ensino Médio, seja em mecânica, termodinâmica ou em eletricidade, por exemplo. Mediante supracitado pelo autor, percebeu-se a importância de se tratar da relação entre física e matemática no ensino médio, pois a maioria dos alunos, e até mesmo professores, possuem visões errôneas sobre o processo de ensino e aprendizagem de física e sua relação com a matemática. O que faz com que, muitas vezes, ambas sejam vistas como ciências totalmente separadas e distorcidas, podemos reforçar tal argumento, como o que menciona Roque:

Uma análise que considere separadamente os aspectos físico e matemático de um problema pressupõe, mesmo que implicitamente, que a Física trabalha com a realidade, ao passo que a Matemática deve fornecer as condições formais para a descrição física desta realidade. O preço dessa suposição é o de relegar, ao mesmo tempo, a Física a um saber incapaz de se legitimar a si mesmo e a Matemática a uma abstração, a uma mera formalização sem mundo. Este preço é alto, pois tem por consequência um enfraquecimento de ambas, tanto da Matemática como da Física (ROQUE, 2005, p. 292 apud KARAM e PIETROCOLA 2009, p. 189).

“Admitir que boa parte dos problemas do aprendizado da Física se localiza no domínio da Matemática reflete um posicionamento epistemológico³ ingênuo”. (PIETROCOLA, 2002, p. 92). O autor revela uma opinião que é de suma importância, para o presente trabalho. Não podemos atribuir que todos os problemas relacionados à aprendizagem da física, se dão simplesmente pela insuficiência matemática. Diversos outros fatores, como por exemplo: falta de interesse dos alunos, precária condição de ensino de física nas escolas, falta de preparação dos professores e falta de professores formados em física lecionando. Contribuem para uma frágil aprendizagem da física.

Contudo, no trabalho em vigência, a ênfase maior será dada na questão que trata de como compreender o ensino e aprendizagem da física, por meio da matemática, analisando as concepções dos professores de física e de matemática do EM sobre o papel da matemática na física.

É de suma importância utilizar um teste diagnóstico de conceitos matemáticos de Ensino Fundamental, úteis em Física do Ensino Médio, para os discentes, visando saber o que eles sabem, pois o

³ Um pensamento epistemológico se define por uma teoria do conhecimento, que no caso do autor enfatiza que esse pensamento se dá de modo ingênuo, ou seja, as pessoas possuem uma crença epistemológica (uma opinião fundamentada) equivocada da física em relação com a matemática.

conhecimento prévio do aluno (conceitos, proposições, princípios, fatos, ideias, imagens, símbolos) é fundamental para a teoria da aprendizagem significativa, porque é determinante no processo de aprendizagem, sendo a base para a transformação dos significados lógicos dos materiais de aprendizagem, potencialmente significativos, em significados psicológicos (AUSUBEL *et al.*, 1980 apud VIDAL *et al.*, 2021. p.682).

Como mostra o autor supracitado, faz-se necessário que antes de uma aprendizagem em física no ensino médio, seja feito um teste que dará indícios quanto à aprendizagem matemática. Uma aprendizagem significativa se dá também por meio de conhecimentos prévios, para que deixe de ser um conhecimento puramente mecânico e passe a ser significativo, como cita o autor. Outrossim, no ensino da física, é de vital importância que o professor saiba as deficiências matemáticas e os conhecimentos prévios dos alunos em física e matemática. Sendo esse, um dos eixos do vigente trabalho. Saber se os professores conhecem as fragilidades dos seus alunos nas ciências exatas. Este trabalho também se fundamenta em questionamentos como: quais conteúdos de matemática são indispensáveis para aprender física? Como a matemática ajuda na aprendizagem da física? Aplicar prova diagnóstica de matemática antes da disciplina de física, seria um caminho viável para atenuar o problema do ensino.

Partindo das explanações e questionamentos acima, este trabalho consiste e se fundamenta em fazer um estudo de caso, indagando-se sobre o seguinte problema de pesquisa: Quais as concepções dos professores de física e matemática do ensino médio (EM) sobre a relação da matemática com a física?

1.1 OBJETIVO GERAL

Para encontrar resposta(s) para essa questão de investigação, foi levantado o seguinte objetivo geral de pesquisa: Identificar as concepções dos professores de física e de matemática do ensino médio sobre a relação da matemática com a física.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as relações entre física e matemática na visão dos professores;

- Levantar quais conteúdos de matemática são considerados essenciais para a aprendizagem de física;
- Verificar com os professores, se de fato, aulas de reforço em matemática básica são um plausível caminho para amenizar o problema de pesquisa em vigência.
- Buscar meios, além das aulas de reforço em matemática básica, para contribuir com um possível caminho no processo da melhoria da relação entre física e matemática no ensino de física.

1.3 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa é extremamente relevante para o autor, pois durante o período em que lecionou matemática nos anos finais, desde o início da graduação (2019), pude perceber as lacunas de matemática básica presentes na aprendizagem dos alunos. Ademais, durante os estágios supervisionados 1,2 e 4, o autor se deparou com máculas e fragilidades no processo de ensino da física, que em partes, se dá pelo fato dos alunos terem dificuldades elementares em matemática, como as 4 operações, por exemplo. Destarte, mediante ambas as constatações de experiências, seja na docência ou nos estágios, o autor inquietou-se, sobre a relação entre os problemas na aprendizagem de física serem em partes, devido à falta de interesse dos alunos em aprender física.

Segundo dados da avaliação do SAEB⁴ os alunos obtiveram bons resultados em matemática no quinto e nono ano, sendo assim. Deixando claro que, assim como supracitado na introdução e, sendo esse argumento defendido por autores citados na vigente pesquisa, a deficiência na aprendizagem da física não é unicamente causada pela ausência de uma sólida base em conceitos matemáticos considerados elementares. Tendo como base os resultados dos alunos na avaliação externa citada, pois se os alunos conseguem ir bem nessas avaliações, o problema não pode de forma alguma ser atrelado de forma única a base matemática dos anos finais.

⁴ INEP. Resultados. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/resultados>>.

Este trabalho busca subsídios dentro do contexto da educação do ensino médio, para buscar a íntima relação entre o ensino de física e os conhecimentos de matemática necessários para a sua aprendizagem, considerando que parte deles deveriam ser adquiridos pelos alunos nos anos anteriores, com enfoque no conhecimento matemático adquirido nos anos finais do ensino fundamental. Por meio dessa relação bem estabelecida, o professor poderia ter meios de adequar o seu ensino e, conseqüentemente, promover uma aprendizagem mais significativa em física, tirando um pouco das máculas inseridas na física do ensino médio pelos alunos, professores e o próprio sistema educacional.

Contudo, a pesquisa em vigência também busca contribuir com o processo de ensino e aprendizagem da física. Fazendo com que, por meio da matemática básica os estudantes tentem enxergar uma ferramenta para viabilizar a aprendizagem da física. E não para verem apenas a matemática como um pré-requisito, e a física como um amontoado de fórmulas matemáticas, mas como uma aliada na aprendizagem, no aperfeiçoamento e aprofundamento dos estudos em física básica, saindo apenas do aparato teórico e experimental, penetrando na beleza das equações e linguagens físicas que são viabilizadas por métodos e ferramentas matemáticas.

A partir do momento que, o professor e os alunos conhecerem as fragilidades matemáticas, e entenderem que a matemática é uma das ferramentas que completam o estudo da física em diversos campos, os conteúdos de matemática básica poderão ser revisitados e, conseqüentemente, sua relevante aplicação na física pode ser revelada de modo perspicaz aos estudantes. Não que a matemática, sendo considerada um pré-requisito para física, seja a solução para as defasagens do ensino da mesma, também deve se considerar que sugerir que a matemática seja unicamente um pré-requisito da física é algo ingênuo. Isso já se foi colocado por Pietrocola (2002), mostrando que os problemas do ensino de física não são unicamente da matemática, sendo esse um pensamento a ser superado. No entanto, deve-se admitir que um conhecimento prévio satisfatório em matemática pode contribuir para melhorar o processo e sanar boa parte dos problemas de aprendizagem dos estudantes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados, discutidos e defendidos embasamentos teóricos que dão aporte a esta pesquisa. Sendo assim, serão discutidos os pontos de vista de alguns autores, acerca da relação entre a física e a matemática. Além disso, serão tratados levantamentos teóricos que tratam de quais relações existem entre o processo de ensino-aprendizagem da física e da matemática, vice-versa.

2.1 A RELAÇÃO MÚTUA ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA NA HISTÓRIA

A matemática e a física são ciências que desde os primórdios dos desenvolvimentos científicos estiveram em conjunto, uma sendo suporte para o desenvolvimento da outra. Karam e Pietrocola (2009) apresentam questionamentos sobre o surgimento de áreas do conhecimento que têm como base a relação entre física e matemática, como o surgimento do cálculo diferencial e integral e sua relação com a descrição do movimento. Até mesmo a profunda relação entre a geometria e a óptica ou da importância dos fenômenos físicos para o desenvolver das equações diferenciais. Dado o exposto, fica evidente que a matemática e a física possuem profundas relações desde o desenvolvimento de grandes pilares da ciência até chegar em nossos dias, aplicando essas relações nas salas de aula.

A relação histórica da física e da matemática, é tratada de modo eloquente na seguinte citação:

Física, do grego *physiké*, que significa natureza, é comumente vista como a ciência que se propõe a compreender os fenômenos naturais e descrever as leis que regem o universo. Matemática, do grego *mathema*, termo associado à ciência, conhecimento e aprendizagem, pode ser entendida como o estudo de padrões, de estruturas abstratas, do espaço, além de também ser encarada como uma linguagem. Seria correto supor que a primeira trata do mundo real, do concreto, do empírico, enquanto que a segunda trabalha em um mundo imaginário, abstrato, constituído por objetos preexistentes e independentes do mundo empírico, como acreditava Platão? Essa distinção parece estar presente na forma como essas duas disciplinas vêm sendo abordadas no contexto escolar, porém uma análise histórica e epistemológica nos leva a discordar dessa visão reducionista e nos permite perceber as complexas relações existentes entre o conhecimento físico e o matemático desde sua mais remota essência. (KARAM 2007, p. 2 apud DOS REIS *et al.*, 2022).

Dado a exposição anterior, fica evidente, que por mais que Platão defenda heterogeneidade entre as definições e campos de atuação entre as duas ciências, o autor cita que essa visão platônica ainda seja difundida nas escolas, enquanto análises históricas e epistemológicas mostram a discordância com o ideal de Platão. Sendo assim, existem, diversas relações entre a física e a matemática que permeiam não somente a história na mais remota existência, mas também o ensino em vigência nas escolas de ensino médio. O cunho histórico reverbera uma mácula que existe até hoje, da separação total entre a física e a matemática, seja no ensino de alguns professores ou em outros segmentos do processo educativo.

2.2 A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA E VICE-VERSA

“Eis a primeira razão pela qual o físico não pode prescindir da matemática; ela lhe fornece a única língua que ele pode falar” (POINCARÉ, 1995, p. 91 apud KARAM e PIETROCOLA, 2009, p. 4). Poincaré (1995) é bem direto em suas palavras quando correlaciona a física e a matemática. Segundo o autor, o físico só pode falar segundo o aparato matemático. Esse fato exposto é válido, pois a matemática é de extrema importância para a física e quando nos remetemos a linguagem de fala da física, está se associando com o ensino dela. O professor de física não pode renunciar à matemática, pois ela é um suporte que permite uma abordagem em sala de aula na parte teórica e experimental da física. Assim como o professor de matemática não pode querer extinguir a física da matemática, pois a física também é crucial em diversas áreas da matemática, como o cálculo diferencial e integral no ensino superior, por exemplo. Mediante o exposto, é pertinente a seguinte citação:

O objetivo da física matemática não é só de facilitar ao físico o cálculo numérico de certas constantes, ou a integração de certas equações diferenciais. Mas ele é, sobretudo, o de **facultar ao físico o conhecimento da harmonia oculta das coisas, fazendo com que as veja sob uma nova perspectiva** (POINCARÉ, 1995, p. 94 apud KARAM e PIETROCOLA, 2009, p. 5 - grifo meu).

Conforme evidenciado acima, a matemática fornece ao físico um novo olhar e uma nova perspectiva sobre a ciência em geral. A matemática não pode apenas ser vista como uma ferramenta facilitadora, ou como defende Dos Reis *et al.* (2022) a matemática tem que desenvolver ferramentas que integrem seus conhecimentos na física, e não somente que a matemática seja vista como um amontoado de fórmulas

aplicadas nas questões de física. O que ambos os autores citados defendem em comum, é que a física e a matemática seja uma integralização de conhecimentos, indo muito além da aplicação massiva de fórmulas e equações, permeando assim a essência do conhecimento das ciências exatas: a compreensão do mundo ao nosso redor de forma mais analítica e contemplativa. Não sendo uma disciplina meramente trabalhada em função da outra. Isso pode ser levado para a sala de aula, buscando aguçar o senso crítico dos alunos e procurando tirá-los do senso comum, de que a física e a matemática são ciências totalmente distantes. Podendo ser consideradas ciências que trabalham juntas e com o mesmo objetivo de compreender a natureza.

Dado o exposto anteriormente, vale ressaltar o que expressa:

Por meio de listas de exercícios, na disciplina de Física, podem, por exemplo, em um determinado problema, solicitar que em cada parte do cálculo realizado, que o aluno escreva os conceitos físicos envolvidos e seus significados, que explique com conceitos o que está acontecendo na resolução. (DOS REIS *et al*, 2022, p.122).

Do recorte citado acima, os autores evidenciam um possível caminho que pode ser utilizado pelos professores para integralizar o processo de ensino aprendizagem da física. Escrever teoricamente o que está sendo esmiuçado em cálculos, nas fórmulas, pode mostrar aos estudantes que o cálculo matemático “anda de mãos dadas” com o aparato teórico físico. Por diversas vezes, o que acontece em sala de aula é que os alunos decoram fórmulas, aplicam nos exercícios e depois as esquecem facilmente, não compreendendo ou expressando o que essas fórmulas e equações trazem de valioso, tanto matemática quanto fisicamente falando.

Reforçando os autores acima, Ataíde (2012) revela outro fator importante, que corrobora o fato de ser tão difícil no processo de ensino aprendizagem da física fugir da decoreba de fórmulas e do instrumentalismo da física.

A visão ingênua é alimentada também pelos livros didáticos, uma vez que raramente apresentam uma exposição de conteúdo e atividades problemas que fujam do instrumentalismo da Matemática já consolidado no Ensino de Física”. (ATAÍDE 2012, p. 48).

Ou seja, segundo o autor, os livros didáticos também são intensificadores do problema, pois não dão aparato suficiente aos professores no que tange a exposição integrada dos assuntos de física com a matemática. Contudo, os livros didáticos que poderiam ser um suporte para essa união das duas ciências, não o fazem, dificultando mais ainda o trabalho do professor em sala de aula, para colocar essas duas grandes

áreas da ciência em um só objetivo, fazer o aluno aprender significativamente pegar gosto pelas exatas e por estudar física e matemática.

Mediante as discussões levantadas no corpo do presente trabalho e no presente título, convém refletir acerca da inquietação:

o que seria da Física sem a Matemática para modelar os fenômenos existentes no tempo e espaço? Dado o contexto histórico e desenvolvimento científico dessas ciências ao longo do tempo, pode-se dizer que seria de uma extrema limitação para o estudo dos fenômenos naturais e das descobertas universais. (DOS REIS *et al*, 2022, p.122).

Dado o levantamento do autor supracitado, é relevante refletir que a matemática é crucial para a física e o mesmo vale dentro do ensino de física, no ensino médio. A física necessita da matemática para modelar seus fenômenos, como nos inquieta a citação dos autores. Somente a teoria não é suficiente para expressar a física e dar conta da complexidade dos seus conhecimentos, pois sem a matemática fica difícil ensinar e aprender física. Porém, o grande desafio é mostrar aos alunos que ambas as áreas do conhecimento se interligam, e não tem uma que seja superior a outra.

3 METODOLOGIA

Este capítulo irá apresentar o desenhar dos processos realizados para aplicação do vigente trabalho de pesquisa. A aplicação da pesquisa se fez por meio de uma abordagem qualitativa, fazendo um estudo de caso, através da aplicação de um questionário em formato digital, para coletar os dados dos sujeitos da pesquisa. O principal objetivo é a análise das concepções de professores do ensino médio sobre o papel da matemática no processo de ensino-aprendizagem da física no EM.

3.1 DELINEAMENTO DO TRABALHO DE PESQUISA

A pesquisa qualitativa se fez por meio de um estudo de caso, no qual se buscou analisar as concepções de professores do ensino médio sobre o papel da matemática no processo de ensino-aprendizagem da física. A coleta dos dados se fez por meio de um formulário aplicado de modo digital, compartilhado pelas redes sociais. As concepções dos professores, permitiu a compreensão de como eles pensam e agem nas suas aulas, mediante os questionamentos da pesquisa: “as concepções podem informar a maneira como as pessoas percebem, avaliam e agem com relação a um determinado fenômeno”. (MATOS *et al*, 2016, p.24). Seguindo o exposto pelo autor, pode-se ratificar a importância da análise das concepções dos professores sobre o papel da matemática na física.

Uma pesquisa qualitativa, segundo Neves (1996), deve ser utilizada para compreender, analisar fenômenos, que no caso da presente pesquisa são as concepções dos professores sobre o ensino de física e matemática, ou seja, trata-se da análise das perspectivas dos participantes entrevistados. Que são indagados sobre um fenômeno e os pontos de vista coletados, no caso os resultados da pesquisa, serão estudados e compreendidos mediante o que cada participante defende sobre o que foi indagado. As inquietações que foram colocadas aos professores tiveram diversos pontos de vista, resultados semelhantes e também distintos dos fenômenos discutidos.

Os questionamentos da pesquisa se embasaram em inquietações acerca da relação entre o ensino e aprendizagem da física e da matemática básica. A coleta dos

dados se fez por um tempo de duas semanas em que o questionário ficou aberto e atingiu um público de 16 professores, distribuídos entre as disciplinas de física e matemática. Sendo uns lecionando as duas disciplinas, ou aqueles que só lecionam física ou matemática.

Os docentes que participaram da pesquisa não precisaram se identificar e foi levado em conta apenas as respostas deles, buscando identificar as suas concepções.

O questionário consistia das seguintes perguntas:

1. Você acha que a matemática é importante na aprendizagem da física? Por quê?
2. Como poderíamos melhorar a relação entre a física e a matemática no ensino médio?
3. Na sua visão, quais são os conteúdos da matemática que poderiam garantir sucesso na aprendizagem da física no Ensino Médio?
4. Dar aulas de revisão de matemática básica é um caminho para viabilizar o processo de ensino-aprendizagem da física? Por quê?
5. O(A) professor(a) de física está preparado(a) para lidar com a matemática, e com a carência dos alunos em certos conceitos matemáticos, nas aulas de física?
6. O(A) professor(a) de matemática possui dificuldades nas aulas, com relação a falta de conhecimento dos conceitos prévios de matemática, por parte dos alunos?
7. Para o(a) professor(a) de matemática do ensino médio é necessário fazer revisões de matemática do ensino fundamental 2 (anos finais)?

Posteriormente, as respostas serão nomeadas como R1, R2, R3..., dentro de cada pergunta e as perguntas serão nomeadas como P1, P2, P3..., ambas serão apresentadas no capítulo seguinte, sempre procurando compreender a concepção dos professores a respeito da temática investigada. Foram coletadas 98 respostas dos 16 professores, dentre as 07 perguntas do questionário. As respostas foram agrupadas de acordo suas semelhanças, e no caso de respostas repetidas, somente uma delas será apresentada como exemplo.

Através das perguntas do questionário e mediante a análise dos resultados, as respostas serão discutidas e analisadas por meio das seguintes dimensões de análise, que serão detalhadas posteriormente: 1) Os conteúdos de matemática que poderiam garantir sucesso na aprendizagem da física no Ensino Médio; 2) A importância da matemática na aprendizagem da física; 3) As possíveis melhorias na

relação entre física e matemática no ensino médio; 4) Aulas de revisão de matemática básica como um possível caminho para viabilizar o processo de ensino-aprendizagem da física; 5) O professor de física e seu preparo para com as defasagens matemáticas dos alunos; 6) Às dificuldades do professor de matemática com as defasagens dos alunos na matemática básica; 7) A importância de revisar a matemática dos anos finais no ensino médio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo vigente irá trabalhar as análises e discussões acerca dos resultados da pesquisa, com a aplicação do questionário digital para docentes do ensino médio de escolas em Pernambuco que lecionam apenas física ou física e matemática. O Gráfico 1 a seguir, mostra as porcentagens de professores das disciplinas que responderam:

Gráfico 1 – divisão das disciplinas em que os professores atuam ou atuaram no EM

Disciplinas que leciona ou lecionou no ensino médio
16 respostas



Fonte: autor (2023)

Dos 16 professores entrevistados na pesquisa, 07 lecionam física, 02 lecionam matemática e 07 lecionam física e matemática. Os professores são de diferentes escolas de ensino médio, de cidades como Caruaru, Jupi, Lajedo, São Bento do Una, dentre outras, em Pernambuco, além de um professor da Paraíba. Esses números de professores relatados, condizem com a amostra gráfica supracitada e revela um equilíbrio entre o número de professores que ensinam somente física ou os que ensinam as duas disciplinas. Vale ressaltar, que 12 professores que responderam são formados em física, sendo 4 atuando em física e matemática, e 8 atuando somente em física. Os outros 4 professores lecionam apenas matemática.

4.1 OS CONTEÚDOS DA MATEMÁTICA QUE PODERIAM GARANTIR SUCESSO NA APRENDIZAGEM DA FÍSICA

Durante a terceira parte do questionário, foi feita a seguinte pergunta: “Na sua visão, quais são os conteúdos da matemática que poderiam garantir sucesso na

aprendizagem da física no Ensino Médio?” (P3). De modo inicial, é crucial tornar-se evidente, quais os principais conteúdos os professores entrevistados listaram como importantes. A exemplo do que foi explanado em Pietrocola (2002), que ressaltou as funções como um conteúdo crucial na cinemática, os professores também listaram, além do conteúdo de funções, outros que consideram importantes para a física de um modo geral. Esses assuntos serão listados na próxima tabela (Tabela 1) e considerando a recorrência de alguns assuntos nas respostas, foram colocados todos os conteúdos diferentes que foram citados.

Tabela 1- Lista de importantes conteúdos de matemática para a física, extraídos das respostas da P3

CONTEÚDOS	RESPOSTAS POR CONTEÚDO
Quatro operações: adição, subtração, multiplicação e divisão	7
Funções em geral	5
Radiciação, potenciação de base 10 e notação científica	4
Frações	3
Álgebra	2
Equações em geral	2
Trigonometria básica: relações métricas no triângulo retângulo	2
Razão, proporção e regra de três, simples e composta	1
Números decimais	2
Unidades de medidas e conversão de unidades	3
Áreas e Volumes de sólidos	1
Geometria plana	1
Logaritmos	1
Polinômios	1
Interpretação de gráficos e tabelas	2

Fonte: autor (2023)

Mediante a tabela supracitada, se mostra evidente a pluralidade de assuntos. Alguns apareceram com maior frequência, se destacando sobre os demais. As 04 operações básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão apareceram em 07 das 16 respostas da P3, sendo de longe, o assunto mais recorrente, estando presente em boa parte das respostas. É pertinente trazer a reflexão acerca da importância dessa parte básica e tão importante, que é dada desde os anos iniciais do ensino fundamental.

Segundo algumas das respostas, temos:

*“Matemática básica, principalmente as quatro operações. Não é raro os casos de **alunos que chegam ao ensino médio sem conseguir realizar uma conta básica sozinhos.**” (P3, R4, grifo meu);*

“A matemática básica, quatro operações, números decimais, enfim se o aluno chegasse no ensino médio dominando o básico, não ouviria tanto “física é horrível”. (P3, R10, grifo meu).

***A Física é simplesmente matemática básica.** Somar, dividir, multiplicar, subtrair, operações com frações, soluções de polinômios; só que aplicado na Física. **Ela é um amontoado de coisas simples, se não tiver o básico tudo se tornará difícil** (P3, R14, grifo meu).*

Mediante essas 3 respostas, é evidenciado o quão fundamental são as 4 operações para o ensino de física. Na P3, R14, o professor afirma até que a física é simplesmente matemática básica, posicionamento questionável, porém que não deixa de trazer a importância da matemática para a física.

O problema da defasagem dos alunos ao chegar no EM é nítido na P3, R4; P3, R10, e, em especial nesta última, que traz uma estereotipagem da física como algo horrível, que já é uma visão construída antes mesmo dos estudantes terem contato com a física. Contudo, é notório, a crucialidade dos alunos dominarem as operações básicas, já que, mesmo a tabela trazendo diversos conteúdos, as 4 operações elementares são a base de todos os demais assuntos da matemática e, conseqüentemente, também da física.

Afinal, como cita Dos Reis *et al.* (2022), “o que seria da física sem a matemática?”. Afirmar que a física é simplesmente matemática básica, como cita P3, R14, é um posicionamento forte, pois a física é muito mais do que isso. Porém, somar, dividir, subtrair e multiplicar é um grande pilar de sustentação para a construção do conhecimento nas ciências exatas e da natureza.

Outrossim, também destaca de modo eloquente na tabela dos conteúdos mais citados pelos professores, o assunto de funções em geral, e em alguns casos, especificamente, como por exemplo: funções afim, quadrática, exponencial, logarítmica, trigonométrica, modular e dentre outras. Como já mencionado no presente capítulo, Pietrocola (2002) é colocado no início do trabalho trazendo a importância das funções em geral, servindo como apoio para o conteúdo de cinemática, seja para o movimento retilíneo, a velocidade, análise gráfica do movimento ou outros.

A resposta a seguir traz dois tipos de funções, além de mencionar os gráficos das mesmas

*“Função do primeiro e segundo graus, incluindo a compreensão dos respectivos **gráficos** como diferentes formas de visualização do mesmo” (P3, R12, grifo meu).*

As funções se apoiam fortemente em seus respectivos gráficos, é importante situar que a interpretação gráfica também aparece na tabela, sendo a mesma atrelada aos tipos de funções que geram cada gráfico. Pode ficar complicado para os estudantes compreenderem por exemplo, a equação horária da posição: $S = S_0 + V_0 t$, sem o conhecimento da função afim: $f(x) = ax + b$, assim como a interpretação do gráfico que é gerado pela função do primeiro grau (afim), que pode ser gerado interpretando um determinado movimento que rege a equação horária da posição.

O aluno pode compreender a equação horária sem entender e nunca ter visto uma função do primeiro grau, porém essa compreensão será mais complexa e pode demandar mais tempo. As variáveis da posição, como por exemplo o (t) do tempo na equação horária se assemelha a variável (a) da função afim, variando no eixo (x) das abscissas no plano cartesiano. Se o aluno compreender que o tempo da equação da posição varia graficamente, assim como a variável (a) da função afim, ele irá relacionar o que sabe de função afim com aquilo que aprendeu de equação horária da posição.

Esse é apenas um exemplo de como os conteúdos de funções podem ser relevantes dentro da física básica. Sem as funções e suas respectivas representações gráficas, os professores teriam mais dificuldades em desenvolver alguns assuntos da física, e, como consequência, os alunos tem dificuldade em aprender, não somente a cinemática.

Em assuntos como elétrica, por exemplo, representar a função da lei de Ohm é essencial para compreender a relação entre a resistência, tensão e corrente elétrica, o que seria incompleto para a proposta de ensino, sem o uso de uma função matemática. É relevante situar, que o autor do trabalho de pesquisa não defende que seja impossível aprender esses conteúdos de física sem o uso de funções matemáticas, mas que o uso das mesmas contribui de forma satisfatória para a compreensão dos fenômenos físicos, assim como cita os professores e os autores trazidos na presente pesquisa.

Ademais, em terceiro lugar na classificação dos assuntos mais recorrentes nas respostas, está a junção dos seguintes assuntos que se complementam: Radiciação, potenciação de base 10 e notação científica. Radiciação, potenciação e notação

científica são conteúdos que “andam de mãos dadas”. Se o aluno dominar bem as raízes e potências, conseqüentemente poderá desenvolver melhor as manipulações dentro da notação científica.

Dentro deste tópico, cabe uma reflexão pessoal do primeiro ano do ensino médio do autor. No início da primeira unidade bimestral, o professor de física trouxe como primeiro conteúdo a notação científica. Antes de aplicar o conteúdo, o professor revisou radiciação e potências de base 10, essa revisão foi essencial para a aprendizagem e desenvolvimento não só na física, como na matemática, na visão do autor. É importante frisar que, dentro da notação científica, também é fundamental dominar as operações com números decimais, que aparecem na tabela supracitada no capítulo.

A notação científica, assim como as potências e raízes, fazem parte da base matemática de diversos assuntos da física como: cinemática, dinâmica, eletricidade, termologia e dentre outros. É relevante o aluno saber manipular a vírgula, potências e raízes que aparecem no conteúdo de termologia, por exemplo, em um valor de temperatura ou outro tópico importante. As propriedades da notação científica fazem parte não somente da grade curricular da física no ensino médio, mas também da grade de física no ensino superior. Sendo esse um conteúdo interdisciplinar extremamente importante, não à toa está presente como terceiro assunto mais recorrente na resposta dos professores, como conteúdo crucial para a física.

4.2 A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA

No questionário foi perguntado: “Você acha que a matemática é importante na aprendizagem da física? Por quê?”. Os professores deram diferentes posicionamentos, no que concerne a importância da matemática na física. Mediante análise das respostas, classificamos em três tipos:

I) Professores que consideram a matemática uma ferramenta para a física:

Em 05 das 16 respostas, a matemática foi classificada como uma ferramenta fundamental para a física. Em respostas como: *“Sim, ela é a ferramenta para chegarmos em soluções Físicas. A matemática anda de mãos dadas com o Ensino*

de Física” (P1, R1), fica claro que o docente defende que a matemática como uma ferramenta para a física, chegando a afirmar que ambas andam de “mãos dadas”.

Pode-se ratificar tais posicionamentos, também com: *“Sim. É uma ferramenta da física, que possibilita fazer experimentos e pesquisas quantitativas e fazer previsões quanto a um determinado fenômeno, a partir dos dados iniciais”* (P1, R2). Se traz aqui a relevância da matemática para o desenvolvimento da parte experimental e quantitativa da física, trazendo também a importância de obter previsões de fenômenos.

De fato, a partir de cálculos matemáticos em fenômenos físicos, diversos avanços podem ser conquistados, indo além da limitação teórica, permeando a parte experimental e quantitativa de determinado assunto. Como citado na presente pesquisa, Poincaré (1995) defende o fato da matemática ser uma linguagem para a física, o que permite avanços nos estudos da mesma por meio dos aparatos matemáticos. Quando o aluno explora a fundo um determinado conteúdo de física, como ondulatória por exemplo, o mesmo consegue enxergar diversas inferências acerca do que está estudando. Para isso ele precisa da matemática, pois assim como defendem os professores em suas respostas, a matemática é um caminho para avançar na física como um todo, seja na parte experimental ou mesmo no formalismo matemático quantitativo.

II) Professores que consideram a matemática estruturante para a física:

Assim como em Pietrocola (2002), em algumas respostas encontrou-se argumentos que embasam a matemática como estruturante do conhecimento físico. *“Sim. Muito do que aprendemos na matemática, serve de base pra disciplina de Física”* (P1, R11). A matemática estrutura a física e, assim como citado, serve de base para a disciplina. Como já discutido e defendido em P1, R11 boa parte do que aprendemos em matemática é base para se construir uma sólida compreensão dos fenômenos físicos, mas entendemos que não aprendemos matemática só para essa finalidade. Isso torna a matemática parte estruturante do processo de ensino-aprendizagem da física, não sendo total e exclusivamente, mas formando boa parte do processo.

“Sim, a matemática é a linguagem pela qual decodificamos o funcionamento do universo. Ela é essencial no desenvolvimento da física, pois através dela podemos prever fenômenos que ainda não

foram observados ou que sequer imaginávamos ser possível existir” (P1, R16).

Na resposta supracitada, fica-se evidente, o quanto a matemática é ratificada como estruturante da física, sendo tida até como a linguagem para decodificar o universo. Mais uma vez, assim como em P1, R2, a matemática sendo condicionante da compreensão física, é trazida como importante para prever fenômenos.

A crucialidade da física é inegável nas respostas, porém, será discutido posteriormente que há professores que não consideram a matemática estruturante ou condicionante para a física. O autor, assim como ratificado em várias respostas dos docentes, discorda de tais posicionamentos, porém é relevante discuti-los.

III) Professores que não consideram a matemática crucial para a física:

Não necessariamente, a abordagem matemática parece atualmente ser muito mais importante como forma de preparação para provas externas e vestibulares do que para discussão da interpretação matemática como linguagem na Física, caindo muitas vezes na armadilha de Física e Matemática se tornarem quase que como um (P1, R8).

O professor expõe o problema de que a matemática atualmente é utilizada em suma, para se preparar somente para exames e vestibulares. Porém, podemos problematizar o posicionamento de que a matemática não é necessariamente importante para a física e que tornar a matemática e a física como uma coisa só seja um problema.

Integrar as áreas do conhecimento em uma unidade de ensino é um problema, assim como defendeu o professor em P1, R8. Pois diferente do ensino, na natureza não há a separação heterogênea das disciplinas, seja física, matemática ou até mesmo a própria química ou biologia. No ensino, é necessária a separação dessas ciências, pois assim viabiliza o processo de ensino e de aprendizagem, visando facilitar a compreensão dos assuntos curriculares, que teriam um alto grau de abstracionismo se fossem trabalhados integralizando totalmente as áreas da natureza.

A matemática e a física são ambas importantes uma para a outra, como já foi esmiuçado na presente pesquisa por Pietrocola (2002), uma disciplina pode servir de estruturante para a outra, caso o professor aborde de maneira proveitosa em suas aulas, fazendo conexões entre ambas as áreas do conhecimento.

Sim, é importante, mas não é condicionante. O conhecimento matemático contribui para uma melhor compreensão dos modelos físicos e como analisamos os fenômenos a partir desses modelos. A matemática contribui para o entendimento de uma física mais complexa, mais aprofundada. Isso não quer dizer que não pode haver aprendizado em física se não houver matemática (P1, R14).

Obstante o exposto no posicionamento de P1, R14, pode-se discutir que em partes, no que tange a considerar o conhecimento matemático importante para compreender modelos e fenômenos físicos, R14 está condizente com as referências utilizadas para este trabalho. Com essa visão, o importante é que os professores defendam isso no Ensino Médio, porque talvez seja o único contato que aquelas pessoas terão com a Física ao longo de todas as suas vidas, devido ao fato de nem todos seguirem para o curso de física, matemática ou afins no ensino superior. De todo jeito, será uma aprendizagem parcial (com ou sem matemática), então, qual seria o problema?

Torna-se divergente o posicionamento de R14, quando cita o fato da matemática contribuir para compreender uma física mais avançada, colocando em dúvida a importância da mesma na física básica e inicial, que seria trabalhada no Ensino Médio. É possível aprender física sem matemática, porém essa aprendizagem se tornará parcial, devido às ferramentas matemáticas serem tão importantes e, por vezes até condicionantes, para se deleitar na aprendizagem de física.

4.3 AS POSSÍVEIS MELHORIAS NA RELAÇÃO ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO

Na segunda parte do questionário foi indagado aos docentes: “Como poderíamos melhorar a relação entre a física e a matemática no ensino médio?”. A relação entre essas duas áreas foi discutida durante todo o presente trabalho de pesquisa, inclusive Dos Reis *et al.*, (2022) defende essa íntima relação entre as ciências. Iremos analisar algumas das respostas, refletindo acerca de como elas contribuem na busca por uma melhor relação entre a física e a matemática.

Na P2, R1 foi apresentado duas ferramentas relevantes na busca pela melhoria entre a relação física matemática:

Didática e dinamismo. *Você só aprende Física e Matemática praticando, resolvendo questões, caindo a cara nos estudos, com isso, por ser uma coisa mecânica, é necessário ter uma **boa didática** e às*

*vezes fazer uma **aula diferente** buscando mais dinamismo. Não é possível fazer isso 100% das vezes, mas é necessário aderir a esse método algumas vezes (P2, R1, grifo meu).*

Seguindo o exposto, dois fatores fundamentais foram trazidos na resposta: didática e dinamismo. Ter uma boa didática em sala de aula e buscar aulas diferentes, lúdicas, são caminhos extremamente relevantes para não só melhorar a relação entre a física e a matemática, mas também fortalecer o ensino e a aprendizagem das disciplinas individualmente. Como já abordado anteriormente, a mecanicidade das ciências exatas que é tratada na resolução enfadonha de exercícios em sala de aula, atrelada a pura e simples aplicação de fórmulas em atividades propostas, faz com que alguns alunos desgostem das disciplinas e percam o apreço por aprender.

Porém, um professor que busca ser didático e dinâmico, foge desse ensino mecânico e busca melhorar sempre seus métodos de ensino torna-se um diferencial em sala de aula, e esse é um desafio para os professores em geral, não somente para os de exatas. Assim como traz a resposta, nem sempre, em 100% das vezes, é possível fazer aulas diferentes e dinâmicas. Contudo, nas vezes em que for possível, é fundamental atrair a atenção do aluno e mostrar que tanto a física como a matemática são interessantes, e evidenciar a importância que uma área do conhecimento tem para a outra.

Seja trazendo um jogo, uma dinâmica, uma música, um trabalho de campo, a metodologia da sala de aula invertida, enfim, são diversas ferramentas em que se pode fundamentar, para ter esse dinamismo em suas aulas ministradas. Em outras respostas, vemos:

“Trabalhando em conjunto com o outro professor, para amenizar as dúvidas de ambas disciplinas” (P2, R4);

“O problema dessa relação se dá pelo fato de uma base deficitária dos alunos que vêm do ensino fundamental, então se faz de extrema importância o andar junto desses professores para que possa minimizar tal deficiência e tornando a física mais prazerosa” (P2, R10).

Dado o exposto em R4 e R10, a junção de trabalho entre os professores de física e matemática do EM fica como um possível caminho para alinhar e melhorar a relação entre a física e a matemática. Entre as diversas estratégias de melhoria para a relação entre as disciplinas, tornar os professores das diferentes áreas mais próximos e trabalhando em conjunto é um caminho viável.

Se o professor de física conhece as fragilidades matemáticas da turma, de modo específico e em cada assunto, pode contribuir para o professor de matemática, para que ambos possam revisar e até mesmo explorar essas dificuldades em suas aulas.

Por mais que o professor de física em suas aulas, atividades e avaliações, conheça as demandas matemáticas de sua turma, quando ele entra em contato e procura conhecer essas fragilidades diretamente com o professor de matemática, ele irá conseguir atuar no que talvez seja uma das raízes do problema de aprendizagem dos estudantes. A recíproca também é verdadeira, quando o professor de matemática sabe quais dificuldades matemáticas precisam ser superadas na disciplina de física, o mesmo irá revisar e procurar sanar essas máculas de aprendizagem.

Se ambos caminharem de tal forma, conjuntamente e com objetivo mútuo de aprendizagem, não se tem total garantia de sucesso, porém serão trilhadas novas metas e novos horizontes em busca de não somente um processo de ensino e de aprendizagem da física e da matemática, mas também da educação como um todo, refletindo, inclusive, nas demais disciplinas.

Outra importante estratégia trazida nas respostas, acerca da temática investigada, foi a questão da necessidade do fortalecimento da base em matemática elementar dos alunos, desde as 4 operações até outros diversos conteúdos que foram citados anteriormente.

A maior parte dos assuntos da Tabela 1, são conteúdos trabalhados nos anos finais do ensino fundamental. As seguintes respostas, corroboram com o exposto:

“Na realidade essa melhoria não se deve dar apenas no EM, deve acontecer no EF, uma boa compreensão dos usos das regras matemáticas, impõe em uma boa utilização dos conceitos físicos” (P2, R10);

“Precisa-se antes de tudo que a base seja fortalecida, pois os estudantes são arrastados com todas as dificuldades mais básicas.” (P2, R16).

Na primeira resposta, fica evidente a defesa da importância de saber usar bem as regras da matemática, para se aprender bem a física. A frágil aprendizagem da matemática básica é um déficit que vem se arrastando desde o EF. A partir da segunda resposta, é nítido nas escolas do ensino médio que a fragilidade dos alunos

em matemática e, conseqüentemente em física, é uma mácula do ensino que se arrasta desde anos anteriores.

Contudo, é crucial que o fortalecimento da base matemática seja colocado em prática, buscando assim, corroborar com a aprendizagem nos conteúdos de matemática mais avançados, perpassando assim a matemática elementar e as possíveis aplicações desses assuntos.

Para se construir uma boa casa é importante ter uma boa fundação. Uma boa base em matemática elementar pode contribuir para uma construção do conhecimento físico. Sem essa base, o aluno pode até “passar de ano”, mas suas fragilidades passarão junto com ele, pois como cita em P2, R16, *“os alunos são arrastados juntamente com suas dificuldades mais básicas”*. Uma hora ou outra essas dificuldades aparecem, seja em avaliações, seja nas práticas diárias em sala de aula com o professor.

Outrossim, se foi colocado em pauta outras importantes colocações sobre como melhorar a relação entre as disciplinas. A interdisciplinaridade e a busca ativa por projetos interdisciplinares entre as matérias, são parte dessas outras estratégias de melhoria. Como mencionado:

“Acredito que o uso da interdisciplinaridade ajudaria bastante, aplicada principalmente em feiras de estudo e projetos” (P2, R11);

“Acredito que trabalhando alguns projetos, envolvendo as duas áreas do conhecimento” (P2, R13).

Projetos interdisciplinares proporcionam sempre interações entre várias áreas do conhecimento, nesse caso entre a física e a matemática. Um projeto bem desenvolvido, envolvendo as duas áreas, pode mostrar aos alunos que a ciência vai muito além da sala de aula e que as disciplinas se “unem” fora da sala de aula, na análise de fenômenos. Uma feira de ciências, por exemplo, pode ser uma ótima oportunidade de os estudantes conhecerem na prática como funcionam alguns assuntos na realidade, entre os quais os mesmos só viram no formalismo dos livros didáticos e das aulas tradicionais.

Um projeto interdisciplinar pode mostrar as diversas relações entre diferentes áreas do conhecimento e fazer a mente dos alunos florescer na busca por conhecimento. Para que os mesmos estudem, visando aprender pela curiosidade de novas descobertas, e não apenas para tirar boas notas ou simplesmente se livrar da

recuperação. Quanto mais a física é contextualizada dentro da matemática, ou vice-versa, mais os alunos podem ter o senso de curiosidade aguçado, para aprender mais e mais.

4.4 AULAS DE REVISÃO DE MATEMÁTICA BÁSICA COMO UM POSSÍVEL CAMINHO PARA VIABILIZAR O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA FÍSICA

Na quarta pergunta do questionário digital, tínhamos: “Dar aulas de revisão de matemática básica é um caminho para viabilizar o processo de ensino-aprendizagem da física? Por quê?”. Foi refletido no questionamento, acerca de uma estratégia de fortalecimento da base matemática dos alunos, que também foi discutida nas respostas da pergunta anterior. Assim como aborda Pietrocola (2002), citado no início do trabalho, que diz que a visão da física com a matemática é um verdadeiro quebra cabeça, as aulas de revisão de matemática, são realmente um caminho para ajudar nesse quebra cabeça? É o que será discutido posteriormente, nas análises das respostas dos professores na P4.

Das 16 respostas da pergunta 4, 9 foram positivas com relação a P4, ou seja, a maioria dos professores colocaram as aulas de revisão como um caminho possível nesse processo. É plausível destacar as seguintes:

“Sim, pois é a área que eles têm mais dificuldades. Boa parte dos alunos não sabem resolver uma divisão simples, isso simboliza que eles não absorveram como deveria” (P4, R1);

“Sim, pois às vezes se faz necessário rever alguns conteúdos da matemática para trabalhar certos conceitos de física” (P4, R2);

“Sim, importante, a rede estadual já tem nos primeiros anos o nivelamento matemático, onde já ajuda bastante” (P4, R10);

“Sim, pois quando o estudante chega ao Ensino Médio dominando a matemática básica, facilita muito a compreensão dos conteúdos de Física” (P4, R13).

Como mencionado nessas respostas, os professores colocaram as aulas de revisão de matemática básica como importantes e colocaram fatores para defender tais posicionamentos. Como por exemplo na R1, o professor coloca que os alunos

chegam ao ensino médio sem saber fazer uma simples divisão. Se o aluno tem dificuldade nessa operação tão importante, conseqüentemente terá problemas não só na física, mas nos demais conteúdos de matemática, seja do primeiro, segundo ou terceiro ano do EM. A segunda resposta traz a necessidade da revisão dos assuntos de matemática como importante para trabalhar conceitos físicos, a mesma condiz com diversas colocações do trabalho sobre essa importância e da crucialidade de alguns assuntos da matemática para compreender e inferir sobre alguns conceitos físicos.

A terceira resposta traz uma importante colocação para discussão, que parte do nivelamento matemático que ocorre nos primeiros anos do EM, e é ofertado numa disciplina eletiva. Em algumas escolas são realizados testes diagnósticos de matemática e língua portuguesa no início do primeiro ano. Esses testes são extremamente importantes para avaliar o rendimento dos alunos, Vidal et al. (2021) revelaram a importância para a disciplina de física, de se realizar testes diagnósticos de matemática, para identificar as fragilidades dos alunos nesses dois pilares. Em algumas escolas os professores das disciplinas realizam testes individuais de nivelamento matemático, tanto na disciplina de matemática, como na de física. Buscando o fortalecimento da base, para melhorar o aproveitamento nos resultados dos alunos no ano letivo.

Em P4, R13, fala-se sobre o fato de o aluno chegar ao EM dominando a matemática básica ser um facilitador para a compreensão dos conteúdos de física. De fato, dominar a matemática básica não é a solução pronta e acabada para aprender física, porém ajuda e facilita o processo. Como foi defendido:

“sim, pois nos cálculos da física usamos as operações básicas e equações” (P4, R15).

As operações básicas são úteis no processo de praticar os cálculos da física, e é essa utilidade que torna a matemática básica tão importante.

Uma das 16 respostas foi inconclusiva, mas outras 6 foram negativas com relação às aulas de revisão serem um caminho. Convém discutir e analisar os pontos de vista dos professores. Destacam-se as seguintes:

“Não consigo apontar se essa é uma boa ou má solução. Acredito que cada aluno aprende de uma forma diferente, e talvez o reforço só reforce o que ele ainda não sabe. Visto que muitas das pessoas que

procuram aulas de reforço, procuram apenas para um determinado período ou para uma disciplina” (P4, R3).

“Não considero tanto, visto que no decorrer das aulas de Física esses conceitos são implícitos no desenvolver dos assuntos” (P4, R12);

“Não seria o ideal, mas às vezes se faz necessário, ou você acaba apenas empurrando o aluno como aconteceu ao longo do fundamental” (P4, R16).

Em P4, R3 é colocado um importante ponto com relação às aulas de reforço. Na maioria das vezes, as aulas de reforço só reforçam aquilo que os alunos não sabem. Se as aulas não forem bem conduzidas, de nada irá adiantar a participação dessas aulas, não surtindo efeito na matemática, e muito menos na física. As aulas de reforço devem potencializar aquilo que os alunos já sabem e procurar meios para ensinar aquilo que o aluno não sabe.

Neste caso, um caminho pode ser fugir do ensino monótono e buscar aulas mais lúdicas ou com diferentes metodologias, que podem ser um caminho para lograr êxito nas aulas de reforço, para que aquilo que o professor diz não seja feito, ou seja, que o aluno não apenas reforce aquilo que ele não sabe, mas busque aprender e se sinta incluído na aula. Assim, o estudante pode vir a aprender a matemática básica, pode experimentar como consequência a potencialização de sua aprendizagem em física, naqueles conteúdos que requerem o aparato matemático.

Ademais, é importante frisar, que as aulas de reforço são apenas um caminho que pode ser tomado, não a solução pronta e acabada do problema da defasagem matemática. Na educação não existe fórmula mágica e diversos caminhos devem ser tomados, todos em busca do mesmo objetivo: aprender.

Em R16, o docente traz que as aulas de reforço não são o ideal, tendo em vista que, se essas aulas são necessárias é porque há problemas no ensino e não deveria ser assim. Porém, na prática, os problemas de ensino e aprendizagem sempre irão existir e não apenas na matemática ou física, mas em todas as demais disciplinas. Empurrar o aluno ano após ano, junto com todas suas dificuldades, é um problema sério que acontece, como já mencionado.

Em R12, é colocado em pauta uma colocação: nem sempre nas aulas de física os assuntos da matemática ficam implícitos. Por mais que, às vezes, aconteça de o professor não conseguir aprofundar nos temas como poderia, tem a questão do tempo

das aulas de física, que possuem uma quantidade menor de aulas em relação à matemática. A questão do tempo é um fator preponderante, visto que, a pequena quantidade de aulas de física não permite aos professores revisarem alguns assuntos da matemática, dentro dos conteúdos de física. Como, por exemplo, deveria acontecer no conteúdo de escalas termométricas que necessita muito do uso das frações. Nessas aulas, o professor, às vezes, por mais que explane uma pequena revisão do assunto de frações, ainda pode não conseguir sanar todas as lacunas de aprendizagem dos alunos nas frações.

Em um caso, como o que foi mencionado, entraria a importância de ter uma boa comunicação e uma boa relação entre o professor de física e o de matemática. Uma saída poderia ser pedir para que o professor de matemática, que tem aulas em maior quantidade, revise o conteúdo de frações, para buscar ajudar os estudantes a desenvolverem bem as manipulações de frações presentes nos assuntos de escalas termométricas.

Porém, na maioria das vezes, o professor de matemática também não tem o tempo de revisar algum assunto em suas aulas, visto a alta demanda de conteúdos da grade curricular, que também é um problema. Além disso, alguns professores não consideram essas aulas importantes como em R12. O fato de alguns professores não acharem viável essas aulas envolvem diversos fatores como o tempo, a não compreensão da importância das mesmas, a falta de apoio da escola e dentre outros.

4.5 O PROFESSOR DE FÍSICA E SEU PREPARO PARA COM AS DEFASAGENS MATEMÁTICAS DOS ALUNOS

A quinta pergunta trouxe a seguinte inquietação: “O(A) professor(a) de física está preparado(a) para lidar com a matemática, e com a carência dos alunos em certos conceitos matemáticos, nas aulas de física?”. Uma pergunta de extrema importância, que levou os professores a refletirem sobre seu próprio preparo para encarar e lidar com a temática investigada. As respostas foram bem variadas e com posicionamentos distintos, embora a maioria tenha respondido que sim. Iremos iniciar pelas respostas negativas:

Não. Nenhum professor está preparado para as carências dos alunos, acontece que enquanto professores devemos ter mais de uma estratégia em mente para que nossa aula dê certo” (P5, R3).

O fato de o docente dizer que nenhum professor está preparado para as carências dos estudantes faz com que diversos pontos de vista possam ser tomados. Um deles é o fato de que, realmente, nenhum professor está preparado para todas as carências de seus alunos, visto que, lidamos com pessoas e a sala de aula é uma verdadeira caixinha de surpresas. Isso é pouco aprofundado nas licenciaturas, os professores não possuem preparo específico para lidar com as diversas carências dos alunos e sobre como se comportar perante as mesmas. Porém, é necessário se reinventar e como citado em P5, R3, se deve ter mais de uma estratégia em mente para lograr êxito nas aulas. De fato, o professor em sala de aula deve ter sempre uma “carta na manga”.

Se tratando do ensino de física, essa “carta na manga” é uma boa preparação em matemática, sustentando a formação do professor de física. Pois, se o aluno inquietar o professor em um determinado assunto, ou exigir revisão de um assunto da matemática, ele pode vir a estar preparado (ou não), mas poderá buscar alternativas para atender a demanda do aluno. É fundamental salientar, que o professor de física por mais que tenha tido aulas de Cálculo, Geometria analítica ou Equações Diferenciais, ele não recebeu preparação em cadeiras específicas para o ensino da matemática. Talvez por isso que, em alguns casos, seja muito difícil para o professor de física ensinar matemática, e quando fizer, em alguns casos, vai acabar sendo bem tradicional.

*O professor deve **ter sensibilidade de ajudar o estudante em suas limitações de conhecimento** para poder progredir com todos da sala no mais linear possível, exemplo; se o assunto de física vai usar notação científica porque não fazer uma revisão de potência com base 10?! Reativar uma lembrança esquecida pode destravar o bloqueio que impedia o processo de ensino e aprendizagem. **Então o professor de física deve estar preparado sim** (P5, R5, grifo meu).*

Em P5, R5 é levantado um importante fator para abordar o preparo do professor, a sensibilidade para perceber e ajudar os alunos em suas fragilidades. É de suma importância que o professor conheça sua turma e tenha sensibilidade para

notar quando ela está ou não evoluindo na aprendizagem do assunto. O exemplo traz a questão da notação científica, se o professor está trabalhando o conteúdo de elétrica, por exemplo, que faz bastante uso das potências de base 10, não seria relevante fazer uma revisão neste momento? É fundamental que ele perceba se a turma está ou não tendo dificuldades em se desenvolver no assunto, por alguma fragilidade nessa notação. Toda essa visão empática do professor, deve permear o seu preparo para a sala de aula. Não adianta sair “atropelando” os conteúdos de física, sem ao menos perceber se os estudantes acompanharam o aparato matemático ou compreenderam os assuntos. O docente precisa conhecer sua turma e ter um olhar cuidadoso para cada aluno, pois a sala de aula é um ambiente plural e quanto mais o professor conhece as especificidades de cada um, mais poderá atendê-los de forma proveitosa, seja para sanar dúvidas de assuntos, ou para olhar as necessidades humanas de cada estudante em sala de aula.

“Nem sempre. Ainda há muitos docentes pouco capacitados para isso” (P5, R7);

“Sim, foi preparado pra isso em sua graduação” (P5, R9).

“Temos que estar prontos para sanar tais dificuldades, se não estivermos que ter a humildade de se adequar” (P5, R10);

“Quando o professor de Física tem formação de matemática, está preparado sim. Em relação a carência dos estudantes é um desafio imenso pois com a redução das aulas de Física no novo Ensino Médio, essa carência piorou” (P5, R13).

Essas quatro respostas, permeiam um campo parecido, da capacitação e preparo dos professores. Tudo é relativo e nada deve ser generalizado, há diversos professores que são formados em física e são excelentes professores de matemática, assim como, existem professores de matemática que são excelentes professores de física. É importante pontuar, que a regra é você ser bom na sua área de formação docente, e não em outras áreas. Então, as exceções existem, mas não são a regra.

A P5, R10 é fundamental para conectar com as outras respostas. Ela traz a questão do professor se reconhecer e ser humilde para aceitar que precisa se adequar e se preparar naquilo que enxerga como sua fragilidade, independentemente de sua formação. Por vezes, falta humildade aos professores, para reconhecerem que precisam estudar, se atualizar e buscar melhorias em sua formação, mesmo já sendo

formados. Às vezes o professor não sabe reconhecer que precisa se atualizar e mudar seus métodos, sendo que, algumas vezes, simplesmente o fato de revisitar algum conteúdo e buscar novos métodos de ensino, já faz total diferença no processo de aprendizagem, seja da física ou da matemática.

Na P5, R13, afirma-se que o professor de matemática que leciona física tem mais preparo para sanar as dúvidas de matemática dos alunos, por ser essa sua área de formação. Porém, não bastaria se colocar um professor de matemática para dar aula de física para atenuar o problema, pois nem todos dominam a área. Como supracitado no parágrafo anterior, à regra é o professor ser bem preparado em sua área de atuação profissional, o restante são exceções que fogem do habitual.

Além disso, R13 traz um pertinente ponto para discussão: a reforma do ensino médio e a redução das aulas de física. Com o novo ensino médio as aulas de física, que já eram poucas, foram reduzidas, em alguns casos para uma única aula semanal. No ponto de vista do professor, e também do autor, essa redução piorou ainda mais a carência de aprendizagem dos alunos. Contudo, os professores de física, que por vezes não se encontram preparados para lidar com as lacunas de aprendizagem dos alunos, agora possuem menos tempo de aula para lecionar a física, o que também é um agravante do problema.

Inicialmente eu diria que não, mas essa é uma pergunta tão complexa e envolve tantas questões subjetivas: a formação do professor, sua concepção de ensino de física, o tempo de experiência de sala de aula, as relações que o mesmo estabelece entre a física e a matemática (P5, R14).

Essa resposta traz alguns aspectos relevantes para reflexão. Essa série de fatores que o professor trouxe, faz com que seja nítido que não há uma resposta pronta e acabada, sobre os professores de física estarem prontos ou não, para lidarem com as dificuldades de matemática dos alunos. Às vezes, o professor é experiente, porém não correlaciona bem a física e a matemática; em outros casos, o professor não é formado em matemática e sua formação em física não foi suficiente para que o mesmo atenda à demanda de dificuldades matemáticas dos alunos. Enfim, diversas combinações de fatores que podem ser trazidos à tona para discussão.

4.6 AS DIFICULDADES DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA COM AS DEFASAGENS DOS ALUNOS NA MATEMÁTICA BÁSICA

A sexta e sétima perguntas foram destinadas aos professores que lecionam ou lecionaram matemática, além de física. Com a sexta pergunta, foi indagado aos professores: “O(A) professor(a) de matemática possui dificuldades nas aulas de matemática, com relação a falta de conhecimento dos conceitos prévios de matemática, por parte dos alunos?”. A intenção era analisar se as dificuldades enxergadas pelos professores de física também eram percebidas nas aulas de matemática, e, de alguma forma, entender como eram resolvidas pelo docente em questão.

No questionamento do tópico anterior, foi perguntado aos professores de física que lidam com as dificuldades em matemática dos alunos, dentro dos conteúdos de física. Nesse último questionamento, os professores que lecionam também matemática foram inquietados, acerca das dificuldades dos alunos dentro da própria matemática, devido à frágil base em matemática básica, considerada elementar. Tanto o professor de física como o de matemática possuem dificuldades em nivelar suas turmas, devido à defasagem dos alunos em matemática básica. Isso fica evidente nas respostas dos professores de ambas as disciplinas.

As respostas dessa e da próxima pergunta, do último tópico, tiveram uma quantidade menor de respostas, por conta da maioria dos professores lecionarem apenas física. Porém, obtiveram-se algumas respostas que serão discutidas e analisadas.

“Sim, demais. Os alunos não encaram a educação como prioridade e demoram para despertar e entender que este ensino e conhecimento será cobrado” (P6, R1).

Essa colocação traz o fato de alguns alunos não levarem a educação à sério, e, por isso, não a priorizarem. Esse é um problema grave, pois não basta os estudantes terem defasagens de conhecimento, alguns não querem sanar essas dificuldades e não ligam para a educação ou para a escola. Esse problema já envolve diversas outras questões, que fogem um pouco ao escopo da pesquisa, porém foi importante trazer a discussão.

Assim como defende Moreira (2006), o aluno precisa ter disposição para aprender alguma coisa. Não há como ensinar matemática básica, física ou qualquer outra disciplina a quem não quer aprender. Antes de tudo, o aluno precisa querer aprender significativamente, para então buscar amenizar suas dificuldades e crescer em conhecimento no que quer que seja. Tendo como possíveis consequências, possíveis melhorias nas disciplinas de matemática e física. Vale dizer que em uma turma, devido a quantidade de alunos, os interesses, bem como os conhecimentos prévios são muito diferentes, como vemos na resposta a seguir:

“Sim; naturalmente. A heterogeneidade de conhecimentos prévios por parte dos alunos dificulta o nivelamento” (P6, R2).

O nivelamento da turma é dificultado pela pluralidade de conteúdos que os alunos possuem dificuldades. Como citado, a heterogeneidade de conhecimentos prévios que os estudantes precisam para aprender alguns assuntos, faz com que, às vezes, uma revisão feita durante as aulas não atenda a todos.

Em uma outra resposta, temos:

“Sim, urgentemente, mas sem incluir nas aulas. Seriam aulas extras” (P7, R6).

Tratando da próxima pergunta, o professor defende as aulas de reforço serem em aulas extras, para além do conteúdo curricular. Obviamente, o nivelamento da turma nos conteúdos básicos de matemática não será 100%, pois cada aluno possui necessidades específicas. Ainda assim, não é possível afirmar que isso funciona para todos, pois quando se lida com seres humanos, cada um possui características únicas e cada aluno é um “mundo a ser descoberto”. Porém, quanto mais próximo de todos o nível da turma chegar, mais o professor e os alunos lograrão êxito no processo de ensino e de aprendizagem, nesse caso para aprender a matemática básica e também a física.

Contudo, é importante pontuar também, que nem sempre essas aulas extras são viáveis para os estudantes. Muitos alunos já estão em escola de tempo integral, e não teria como ter aulas extras. Outros trabalham e não conseguem ser atendidos fora do horário normal de aula. Além disso, as aulas extras seriam inviáveis, caso as mesmas busquem apenas cumprir com os conteúdos do horário de aula normal, e não buscar sanar as dificuldades dos alunos, antes de continuar os assuntos já em desenvolvimento. Os professores das aulas extras não poderiam se preocupar apenas

em cumprir com o conteúdo na aula regular, o que não acontecerá se os alunos estiverem com dificuldades.

As próximas duas respostas trouxeram um importante agravante na defasagem em matemática dos alunos, a pandemia da Covid-19:

“Sim, principalmente agora nesse período pós pandemia” (P6, R3);

*“Sim, pois requer uma revisão antes de iniciar o conteúdo da ementa, **uma vez que antes da pandemia já havia defasagem de conteúdo, depois, houve um aumento enorme nas dificuldades dos estudantes em Matemática** para assimilar os conceitos e as operações envolvidas” (P6, R6, grifo meu).*

A dificuldade dos alunos sempre existiu e os problemas no modo de ensinar de alguns professores também, porém após a pandemia isso se agravou. Os dois professores trouxeram pontos importantes, pois após a pandemia, como citado em R6, as dificuldades em matemática dos estudantes que já existiam, aumentaram mais ainda.

No período da pandemia, no ponto de vista do autor, o que intensificou os problemas do processo de ensino e de aprendizagem foram as aulas remotas, que eram a opção viável para o período de isolamento social. O aproveitamento dos alunos nas aulas remotas caiu drasticamente. A falta de recursos dos alunos para acompanharem as aulas, a falta de contato direto com os colegas e professores, a quantidade maior de atividades em apostilas, dentre outros, foram fatores que contribuíram para um menor aproveitamento dos alunos.

O autor embasa esses pontos, baseado tanto nas respostas dos docentes como também em sua experiência lecionando matemática como substituto na pandemia. Não que a culpada dos problemas do processo de ensino e de aprendizagem da matemática seja a pandemia, mas que não se pode ignorar que ela foi um agravante dos problemas que já existiam. Problemas para assimilar conceitos e operações matemáticas, como cita o professor em R6.

4.7 A IMPORTÂNCIA DE REVISAR A MATEMÁTICA DOS ANOS FINAIS NO ENSINO MÉDIO

No último questionamento, foi feita a seguinte pergunta aos professores que lecionam ou lecionaram matemática: “Como professor(a) de matemática do ensino

médio, você considera necessário fazer revisões de matemática do ensino fundamental 2 (anos finais)?”. Algumas respostas foram idênticas ou parecidas com aquelas que os professores que só lecionam física responderam:

“Com toda certeza, pois eles possuem uma deficiência enorme” (P7, R4);

“Sem dúvidas, é importantíssimo a revisão de conteúdos anteriores, para melhor aprimoramento e compreensão dos conteúdos atuais.” (P7, R5).

As duas respostas ratificam as demais, que foram sendo discutidas no trabalho. Trazem mais uma vez a reflexão de que revisar os conteúdos de matemática básica é crucial para aprimorar o que os alunos já sabem, e para potencializar a compreensão dos conteúdos mais avançados de matemática, que ainda não dominam. Além disso, em R4 é notório que, mais uma vez, o professor defende que os alunos possuem dificuldades na matemática, especialmente nos conteúdos que se consideram básicos.

*“O ideal seria não precisar, mas sabemos que **existe uma carência na maioria dos estudantes em dominar determinados conteúdos de matemática**. Por isso não vejo problema nenhum em **fazer revisões de matemática no primeiro bimestre do primeiro ano do Ensino Médio**” (P7, R7, grifo meu).*

O professor, mais uma vez, coloca a questão da revisão, a ser feita no primeiro bimestre do ano letivo, uma revisão que antecede o início dos conteúdos do planejamento anual, visando trazer mais base aos alunos para os conteúdos mais básicos da matemática, que serão pré-requisitos para os assuntos mais avançados.

Contudo, do ponto de vista do autor, essa simples revisão do início do ano não é suficiente, devido à alta defasagem dos alunos e a quantidade de assuntos que permeiam a matemática básica. A exemplo dos conteúdos supracitados na tabela do tópico 1. Além de serem muitos conteúdos, vê-los de maneira rápida e descontextualizada não garante que eles serão aprendidos e poderão ser utilizados futuramente em outras situações, como por exemplo, nas aulas de Física. Porém, isso não tira a importância dessas pequenas revisões e de o professor revisar sempre que necessário durante o ano, os assuntos que julgar necessário.

Uma outra figura que podemos mencionar é a do professor de reforço de matemática básica, presente em algumas escolas, e destaca-se a importância de que ele esteja em contato com os professores regulares das disciplinas de matemática e

física. Por mais que o mesmo perceba as dificuldades dos alunos, o professor da disciplina poderá oferecer um diagnóstico mais preciso das dificuldades da turma de forma coletiva e individualmente. Como já comentado no corpo do presente trabalho de pesquisa, é necessário o contato entre os professores da matemática e da física, o mesmo vale para o professor que atua no reforço de matemática básica no contraturno das aulas regulares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com essa pesquisa buscou-se responder sobre quais eram as concepções dos professores de física e matemática do ensino médio, acerca da relação entre as duas disciplinas. De modo conclusivo, obteve-se diversas respostas e resultados satisfatórios para a pesquisa. Contudo, os professores se colocaram em sua maioria com respostas que levam a conclusões parecidas, no que tange a como a matemática se relaciona com a física, dentro do processo de ensino-aprendizagem.

Os resultados levam à conclusão de que a matemática é sim importante para a física. Embora em algumas respostas, na minoria, alguns professores tenham mencionado o contrário. A matemática se faz presente em diversos assuntos da física, uma sólida base matemática não é garantia de sucesso, mas encaminha bem um processo de aprendizagem física que possa ser satisfatório. Diversos conteúdos de matemática são importantes para a física, dentre eles os docentes citaram em sua maioria as quatro operações, seguida das funções em geral e de potências, raízes e notação científica. Além desses, outros conteúdos foram tratados, trazidos da experiência em sala de aula dos 16 professores de física e/ou matemática que participaram respondendo às perguntas do questionário eletrônico. Professores de diversas escolas responderam, o que deixou a pesquisa pluralizada e com percepções de várias óticas e realidades distintas, enriquecendo o trabalho.

Considerando que a pesquisa qualitativa de um estudo de caso das concepções dos professores, analisou respostas e concepções individuais de cada um que respondeu ao questionário digital, algumas respostas foram discrepantes umas das outras e outras foram semelhantes, parecidas e até iguais. Por meio da concordância de algumas respostas, foi possível notar que vários aspectos condizem com posicionamentos trazidos nesse trabalho e outras respostas diferentes enriqueceram a pesquisa nos possibilitando considerar diferentes perspectivas.

Outrossim, em sua maioria, as respostas trouxeram ferramentas viáveis para melhorar não somente o ensino de cada disciplina, mas também a relação entre as mesmas. Didática, dinamismo, aulas de revisão, aulas lúdicas, projetos, melhor relação e comunicação entre os professores das matérias, dentre outros, foram pontos trazidos para tentar melhorar a relação no ensino da física e da matemática. Vale

salientar que, essas possíveis soluções trazidas não são fórmulas mágicas, mas que, se bem adaptadas e preparadas à realidade de cada sala de aula, podem render bons frutos.

Entretanto, é fundamental concluir que é necessário superar certas visões, e compreender que a matemática não é apenas uma ferramenta para a física, mas se trata de uma estruturante para o conhecimento físico. Ou seja, a importância da matemática vai muito além de considerar que a mesma é simplesmente uma ferramenta para viabilizar a aprendizagem da física. A grande maioria dos professores que participaram da pesquisa, relataram a matemática como fundamental e como estruturante para a física.

Na educação não existe unanimidade quando se fala em ensino e em aprendizagem, porém dados e resultados de uma pesquisa como essa, nos levam a tomar conclusões viáveis que podem ou não serem frutuosas. A principal conclusão, mediante os relatos das respostas dos professores, é de como a matemática ajuda o aluno a aprender física, destacando que não é impossível aprender física sem matemática, mas ter a matemática com estruturante do processo ajuda e muito.

Concordando com Pietrocola (2002), que foi um autor fundamental nesse trabalho, é importante concluir e pontuar que é função do professor de física trabalhar com a matemática, e não ficar esperando ou culpando o professor de matemática. O que é muito presente na educação, nas escolas é a “terceirização” da culpa. Ou seja, o professor joga para o outro a responsabilidade pelo insucesso dos alunos na sua disciplina. É pertinente pontuar que, por mais que o professor de física não receba a preparação focada no ensino da matemática dentro da sua graduação, cabe ao mesmo trabalhar bem a matemática presente nos conteúdos de física, que está incluída diretamente na base dos conceitos, fórmulas e aplicações físicas. Culpar o professor de matemática, o sistema de ensino ou qual quer que seja, não irá sanar os problemas do processo de ensino aprendizagem. Cabe a cada professor assumir suas responsabilidades e fazer sua parte da melhor forma possível e dentro de suas condições.

Quando se trata de procurar soluções para melhorar o ensino da física e da matemática, a revisão inicial, as aulas de reforço, são tidas como caminhos viáveis para amenizar o problema. Porém, as aulas de reforço ou as revisões iniciais de

matemática nas aulas de física, aplicando uma alta quantidade de conteúdos matemáticos de forma descontextualizada, não resolvem o problema. O professor “encher” os alunos de assuntos de revisão, sem contextualizar ou mostrar o assunto de forma mais pontual e em quantidades que avancem aos poucos, poderá fazer apenas com que algumas dificuldades dos estudantes sejam reforçadas e não sanadas.

Contudo, é crucial que, ao tomar decisões e buscar ferramentas para amenizar ou se possível solucionar os problemas, a escola em conjunto com os professores viabilize as ações, para que as mesmas sejam objetivas, e visem melhorar a aprendizagem dos alunos. As aulas de reforço podem ser interessantes podendo propiciar a interação entre os pares, a possibilidade de monitoria. Mas também pode ser negativa quando são ofertadas no contraturno, sendo que, nem sempre é acessível. É plausível pontuar, que podem ser pensados outros caminhos e metodologias para essas aulas acontecerem.

Destarte, essas perspectivas permitiram compreender que as defasagens e dificuldades em matemática e também em física, vão fazer parte do percurso acadêmico de muitos alunos. Nós, enquanto professores, precisamos melhorar a abordagem disso em nossa formação, para nos prepararmos melhor e nos aperfeiçoarmos para atuar em sala de aula. O intuito desse trabalho de pesquisa não foi o de procurar soluções prontas e acabadas para o problema do ensino de física, mas o de entender do ponto de vista de alguns autores e dos professores que responderam ao questionário, como esse problema pode ser amenizado e como caminhar em busca de soluções.

Uma fórmula para sanar o problema de modo pronto e acabado não existe. Pois se existisse, esse trabalho de pesquisa não seria útil, às pesquisas de diversos autores, também não. Ainda assim, o trabalho contribuiu para entender, através das concepções de diversos professores, como a relação entre a física e a matemática funciona, e como aperfeiçoar o processo de ensino e de aprendizagem da física por meio da matemática. A solução passa mais por entender quais são os problemas, aceitá-los e buscar, dentro de cada aula, crescer dia após dia, não só no ensino de física ou de matemática, mas na educação como um todo.

REFERÊNCIAS

ATAÍDE, A. R. P. **O papel da matemática na compreensão de conceitos e resolução de problemas de termodinâmica**. Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física. Universidade Estadual de Feira de Santana, 181 f. 2012.

DOS REIS, Júlio César; SANTANA, Ian Lima; LEMOS, Luan Santos. A relação entre física e matemática: uma abordagem teórico-metodológica. **Revista Binacional Brasil-Argentina: Diálogo entre as ciências**, v. 11, n. 02, p. 112-135, 2022.

KARAM, Ricardo Avelar Sotomaior. Matemática como estruturante e física como motivação: uma análise de concepções sobre as relações entre matemática e física. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

KARAM, Ricardo Avelar Sotomaior; PIETROCOLA, Maurício. Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 181-205, 2009.

MATOS, Daniel Abud Seabra; JARDILINO, José Rubens Lima. Os conceitos de concepção, percepção, representação e crença no campo educacional: similaridades, diferenças e implicações para a pesquisa. **Educ. Form.**, [S. l.], v. 1, n. 3, p. 20–31, 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica. In: Conferência de encerramento do **V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Madrid, Espanha, 2006.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração, São Paulo**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

PIETROCOLA, Maurício. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002.

VIDAL, Lúcio Ângelo; DA CUNHA, Cristiano Rocha; BUENO, Cleia Neves. Dificuldades no Aprendizado de Física do Ensino Médio em função da Deficiência na Matemática do Nível Fundamental. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 22, n. 5, p. 681-685, 2021.