Universidade Federal de Goiás (UFG)
Instituto de Matemática e Estatística (IME)
Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT)

Danthy Marcio Barbosa Silva

EXPLORANDO COMO A INTERDISCIPLINARIDADE MELHORA A APRENDIZAGEM NA MATEMÁTICA: os conhecimentos matemáticos empregados a um ensino motivador via velocidade média e taxa de variação

Goiânia - GO
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor e o orientador firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

[X] Dissertação [ ] Tese [ ] Outro*:_____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

DANTHY MARCIO BARBOSA SILVA

3. Título do trabalho

EXPLORANDO COMO A INTERDISCIPLINARIDADE MELHORA A APRENDIZAGEM NA MATEMÁTICA:
os conhecimentos matemáticos empregados a um ensino motivador via velocidade média e taxa de variação.

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [ ] NÃO[1]

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:
a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.
O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.
Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.

Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Almeida De Souza**, **Professor do Magistério Superior**, em 30/12/2024, às 20:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Danthy Marcio Barbosa Silva**, **Usuário Externo**, em 30/12/2024, às 20:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5070153** e o código CRC **6A23CCCB**.

Referência: Processo nº 23070.065661/2024-38 SEI nº 5070153

Danthy Marcio Barbosa Silva

EXPLORANDO COMO A INTERDISCIPLINARIDADE MELHORA A APRENDIZAGEM NA MATEMÁTICA: os conhecimentos matemáticos empregados a um ensino motivador via velocidade média e taxa de variação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional, do Instituto de Matemática e Estatística (IME), da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para obtenção do título de Mestre em Matemática.

Área de concentração: Matemática da Educação Básica.

Orientador: Professor Doutor Marcelo Almeida de Souza

Goiânia - GO
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Danthy Marcio Barbosa
EXPLORANDO COMO A INTERDISCIPLINARIDADE MELHORA A APRENDIZAGEM NA MATEMÁTICA [manuscrito] : os conhecimentos matemáticos empregados a um ensino motivador via velocidade média e taxa de variação / Danthy Marcio Barbosa Silva. - 2025.
54 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Almeida de Souza.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Matemática e Estatística (IME), PROFMAT - Programa de Pós graduação em Matemática em Rede Nacional - Sociedade Brasileira de Matemática (RG), Goiânia, 2025.
Bibliografia.
Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas.

1. Ensino de matemática. 2. Interdisciplinaridade. 3. Física. 4. Velocidade média. 5. Taxa de variação. I. Souza, Marcelo Almeida de, orient. II. Título.

CDU 51

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

INSTITUTO DE MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **32** da sessão de Defesa de Dissertação de Danthy Marcio Barbosa Silva, que confere o título de Mestre em Matemática, na área de concentração em Matemática da Educação Básica.

Aos trinta dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e quatro, a partir das 19h00, por video-conferência Google Meet: https://meet.google.com/byo-ofyy-xgp, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **"EXPLORANDO COMO A INTERDISCIPLINARIDADE MELHORA A APRENDIZAGEM NA MATEMÁTICA: os conhecimentos matemáticos empregados a um ensino motivador via velocidade média e taxa de variação"**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Marcelo Almeida de Souza (IME/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professora Doutora Sunamita Souza Silva (IME/UFG) e o Professor Doutor Carlos Rodrigues da Silva (CUA-UFMT), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Marcelo Almeida de Souza, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos membros da Banca Examinadora, aos trinta dias do mês de dezembro de dois mil e vinte e quatro.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Almeida De Souza**, **Professor do Magistério Superior**, em 30/12/2024, às 20:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **CARLOS RODRIGUES DA SILVA**, **Usuário Externo**, em 02/01/2025, às 18:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

Documento assinado eletronicamente por **Sunamita Souza Silva**, **Professora do Magistério Superior**, em 05/01/2025, às 10:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020 .

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5070152** e o código CRC **0139F8AD**.

Referência: Processo nº 23070.065661/2024-38 SEI nº 5070152

Dedico este trabalho ao meu pai, Francisco Antônio, que pelo exemplo de vida, pela força de vontade me deu ânimo para continuar os estudos e por não me deixar desistir. À minha tão cuidadosa e preocupada mãe, Lázara da Penha, que mais para o final desta etapa de escrita e defesa da dissertação me emprestou seu próprio quarto para que eu tivesse mais sossego e tranquilidade para me dedicar. À minha querida esposa, Amanda, por ser compreensível comigo, mesmo na cabeça dela pensando estar com a razão evitou em muitos momentos discussões, pois sabia que na maioria das vezes eu estava cansado, mal humorado, sem paciência, etc., porém mesmo assim, independente de qualquer coisa, esteve e está ao meu lado. Aos meus filhos, José Lucas, Maria Luiza e Antônio Danthy que ao mesmo tempo em que atrapalhavam, em muitos momentos renovaram minhas energias, pois minha família é o principal motivo para que eu buscasse mais uma vez, agora com êxito esse título. À minha sogra, pois ela sempre tem ajudado em casa, seja com os afazeres diários, seja pelo cuidado e atenção que ela tem tanto pela minha esposa quanto por mim e pelos netinhos e, não mediu esforços para dar apoio, cuidando na maioria das vezes dos meus filhos e da minha esposa nas minhas ausências. Ao padrasto de minha esposa e também meu sogro, Divino, que sempre ajudou também buscando meus filhos, cuidando e levando para a escola na maioria das vezes também quando eu não podia. Por fim dedico também a todos que direta ou indiretamente me deram forças para lutar e vencer essa jornada, dentre eles, familiares, como minha avó, Brígida, minha tia, Maria das Graças, minha tia Ione e, alguns amigos professores, tais como, Iron, Edson, Rérison, Lindinaura, Dionysio, Jaime, Ronaldo, Marcelo, dentre outros, pois sei que muitas outras pessoas mereciam também estar nessa dedicatória.

AGRADECIMENTOS

Logicamente, temente a Deus e sempre confiante na providencia divina, não poderia jamais me esquecer de demonstrar gratidão dessa conquista ao Pai do céu, pois me livrou de várias situações, principalmente durante o período das aulas presenciais. Foram várias viagens, muitas histórias e até mesmo fui parar em outra cidade na volta para casa em um dia que estava muito cansado e errei o caminho, mas Deus me protegeu livrando do mal.

Em especial, agradeço ao prof.º Dr. Ronaldo Antônio dos Santos, pois além de ter sido meu melhor professor na graduação de matemática em Rialma e novamente meu professor do mestrado em Goiânia, me incentivou, dando sempre bons conselhos, pois ainda na época da graduação me lembro dele dizer para que ao terminar o curso de matemática aproveitássemos o ritmo de estudos para já cursar o mestrado. Ele ensinou com o próprio exemplo, pois partilhou das dificuldades que ele mesmo teve de enfrentar durante o período que foi em busca do doutorado, dentre outros fatos. Obrigado por dividir até mesmo coisas particulares, por saber ouvir, aconselhar e também pelas broncas. Professor bom é aquele que diz o que tem de ser dito e, através da preocupação, empatia, calma ao falar de coisas tão sérias e vontade de fazer a diferença, acredito ter conseguido abrir meus olhos para enxergar que era possível continuar e vencer essa jornada. Certas pessoas acreditam na gente quando nós mesmos deixamos de acreditar e talvez meu caso fosse algo realmente perdido, porém me ajudou a organizar minha vida, tanto acadêmica quanto pessoal, por isso e pela amizade de sempre, meu muito obrigado professor Ronaldo.

Muita gratidão também ao prof.º Dr. Marcelo Almeida de Souza, pois durante todo o curso mesmo antes de ser meu orientador já me orientava, assim como foi uma luz no caminho de vários amigos e colegas do mestrado. É um educador muito carismático e com um conhecimento incrível de matemática, pois ousava nos ajudar até mesmo nas disciplinas mais difíceis e, ainda teve o período do ENQ que para a maioria dos mestrandos é o primeiro grande percalço, na qual esse gigante coordenador fez até mesmo reunião tranquilizadora para nos animar e mostrar que podíamos confiar em nós mesmos e contar com sua solicitude, por isso e tudo o que mais somou de ajuda para que eu pudesse chegar até aqui, meu muitíssimo obrigado professor Marcelo.

Agradeço a minha esposa Amanda Fernanda Rodrigues da Silva que passou e aguentou muita coisa junto comigo, por isso essa conquista também é sua Amanda, por cada noite que sofreu me esperando, por cada dia, pois mesmo estando perto eu estava às vezes ausente. Aproveito ainda para agradecer aos meus filhos: José Lucas, Maria Luiza e Antônio Danthy que mesmo pequenos foram capazes de entender meus momentos distantes.

Aos meus pais, Francisco Antônio Barbosa e Lázara da Penha Silva Barbosa que sempre me deram apoio e no caso do meu pai, mesmo enfrentando o tratamento oncológico me deu força para lutar e alcançar também essa vitória, assim como ele luta para vencer a doença e tenho fé que irá alcançar também a vitória sobre essa doença tão terrível.

Continuando, mas é até difícil finalizar, pois o risco de esquecer alguém que também teve importância é grande, portanto, finalizo agradecendo aos muitos colegas de sala, professores, colegas de trabalho dentre outros que também me ajudaram nesta longa jornada, vou citar o prof.º Me. Iron Felisberto de Freitas, em nome dos que não citei, ele que foi um amigo em 2013 do PROFMAT, tenho admiração e grande respeito, obrigado a todos vocês.

“Matemática é a linguagem em que Deus escreveu o Universo”

Galileu Galilei,

Matemático, físico e astrônomo italiano.

RESUMO

SILVA, Danthy Marcio Barbosa**. Explorando como a interdisciplinaridade melhora a aprendizagem na matemática**: **os conhecimentos matemáticos empregados a um ensino motivador via velocidade média e taxa de variação**. Goiânia, 2024. Xp. Dissertação de Mestrado. Instituto de Matemática e Estatítisca, Universidade Federal de Goiás, 2024.

O ensino da matemática muitas vezes é percebido como desafiador pelos alunos, especialmente devido à falta de conexão com situações reais e práticas. Nesse contexto, a interdisciplinaridade surge como uma estratégia pedagógica eficaz para tornar o aprendizado mais significativo, integrando a matemática a outras áreas do conhecimento. Este trabalho investiga como o uso de conceitos como velocidade média e taxa de variação, aplicados de forma interdisciplinar, pode motivar os estudantes e melhorar a compreensão matemática. O objetivo principal é demonstrar a maneira com a qual os conceitos matemáticos podem ser aplicados para resolver problemas sobre o conteúdo de velocidade média e taxa de variação na física, promovendo uma compreensão integrada entre as duas disciplinas. Por meio de uma pesquisa bibliográfica, foram analisados estudos que abordam práticas interdisciplinares no ensino da matemática, destacando o impacto positivo dessas metodologias em termos de engajamento e aprendizagem. Os resultados evidenciam que o uso de exemplos reais, como o cálculo de velocidade média em trajetos diários ou a análise de variações em fenômenos naturais, facilita a compreensão de conceitos abstratos. Além disso, a interdisciplinaridade estimula habilidades críticas e analíticas, aproximando os alunos da aplicação prática do conhecimento. Conclui-se que a abordagem interdisciplinar não apenas torna o aprendizado mais dinâmico e motivador, mas também contribui para o desenvolvimento de uma visão integrada do conhecimento, preparando os estudantes para enfrentar desafios de forma mais criativa e eficaz. Essa prática reforça o papel da matemática como uma ferramenta indispensável para a resolução de problemas no cotidiano.

Palavras-chaves: Ensino de Matemática. Interdisciplinariedade. Física. Velocidade média. Taxa de Variação.

ABSTRACT

Teaching mathematics is often perceived as challenging by students, especially due to the lack of connection with real and practical situations. In this context, interdisciplinarity emerges as an effective pedagogical strategy to make learning more meaningful, integrating mathematics with other areas of knowledge. This work investigates how the use of concepts such as average speed and rate of change, applied in an interdisciplinary way, can motivate students and improve mathematical understanding. The main objective is to demonstrate the way in which mathematical concepts can be applied to solve problems about the content of average speed and rate of change in physics, promoting an integrated understanding between the two disciplines. Through bibliographical research, studies that address interdisciplinary practices in mathematics teaching were analyzed, highlighting the positive impact of these methodologies in terms of engagement and learning. The results show that the use of real examples, such as calculating average speed on daily routes or analyzing variations in natural phenomena, facilitates the understanding of abstract concepts. Furthermore, interdisciplinarity stimulates critical and analytical skills, bringing students closer to the practical application of knowledge. It is concluded that the interdisciplinary approach not only makes learning more dynamic and motivating, but also contributes to the development of an integrated view of knowledge, preparing students to face challenges in a more creative and effective way. This practice reinforces the role of mathematics as an indispensable tool for solving problems in everyday life.

Keywords: Teaching Mathematics. Interdisciplinarity. Physical. Average speed. Rate of Change.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 METODOLOGIA 18
3 OS COMPONENTES CURRICULARES DE MATEMÁTICA E FÍSICA 21
3.1 O Componente Curricular de Matemática 21
3.2 O Componente Curricular de Física 23
4 INTERDISCIPLINARIDADE NA PRÁTICA: A APLICAÇÃO INTEGRADA DA MATEMÁTICA E DA FÍSICA 31
4.1 Interdisciplinaridade entre matemática e física 31
4.2 Exemplos práticos da aplicação matemática em problemas físicos 34
5 UTILIZAÇÃO DA MATEMÁTICA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS FÍSICOS DE VELOCIDADE MÉDIA E TAXA DE VARIAÇÃO 40
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 51

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA 53

1 INTRODUÇÃO

A história da Matemática começou com descobertas na antiguidade e continuou sua evolução ao longo dos séculos. Inicialmente, a matemática foi baseada no conceito de números, ainda na pré-história, e alguns deles foram construídos antes mesmo que a escrita fosse inventada. A Matemática surgiu a partir da relação do ser humano com a natureza e surgiu em decorrência das próprias demandas e necessidades humanas - o homem primitivo precisava medir, por exemplo, a distância entre fontes de água ou verificar se seria capaz de capturar um animal (Silva, 2021).

Aragão (2009) menciona que a matemática, antes de ser uma ciência, foi considerada um conjunto de métodos empíricos, aplicados pelos nossos antepassados à vida prática do quotidiano e, por isso, pode-se dizer que tem raízes biológicas. Nesse mesmo sentido, afirmam Boyer e Merzbach (2012), para quem, por séculos, a matemática foi considerada a ciência dos números, grandeza e forma. Por esta razão, aqueles que procuram os primeiros exemplos de atividade matemática apontarão para resquícios arqueológicos que refletem a consciência humana das operações numéricas, contagem ou padrões e formas geométricas.

Na Antiguidade, a Matemática era dividida em dois ramos: um que envolvia a resolução de problemas práticos relacionados às necessidades da época, que desencadeou o que chamamos de aritmética; e outro mais ligado a problemas envolvendo observação e explicação de fenômenos naturais, que se consolidou como geometria (Sousa et al., 2021). Posteriormente, com o desenvolvimento da linguagem, surgiu o pensamento matemático abstrato e o aparecimento gradual de palavras que exprimem ideias numéricas (Boyer; Merzbach, 2012).

No século XIX houve uma necessidade de consolidar o desenvolvimento da Matemática através de demonstrações. Foi neste século que tivemos os maiores matemáticos, entre eles Gauss (considerado gênio da Matemática), que demonstrou equação algébrica e, posteriormente, entendida por Cauchy (1789 - 1875), e muitos outros (Godoy, 2011). Esse período foi marcado pela aproximação e interação entre a aritmética e a geometria, sendo que a álgebra assumiu o papel de ligação entre eles, garantindo maiores avanços para a matemática, tanto na academia quanto no contexto escolar (Brandemberg, 2019).

Nos séculos XIX e XX iniciou-se o período da Estatística Moderna, Florence Nightingale (1820-1910) contribuiu, mas não como Matemática, sendo pioneira na enfermagem e reformadora dos métodos hospitalares. Utilizou dados e análise de gráficos para melhorar as práticas médicas e cirúrgicas. No cenário brasileiro, as escolas passaram a

supervalorizar o ensino de álgebra. Essa forte influência na educação básica permitiu que muitos métodos de resolução de problemas aritméticos ou geométricos, interessantes e profícuos, de simples aprendizagem e vasta aplicabilidade, fossem retirados do espaço da sala de aula (Sousa et al., 2021).

A Matemática destaca-se enquanto metodologia de ensino em decorrência do seu caráter de ordem prática, motivo pelo qual a sua história e seu desenvolvimento estão atrelados aos problemas que foram surgindo ao longo do tempo. Os conteúdos matemáticos dos problemas a serem solucionados têm origem histórica e dispõem de métodos históricos para sua resolução (Sousa et al., 2021). Assim, um mesmo tipo de problema pode ser resolvido por métodos diferentes. Isso ocorre devido ao desenvolvimento do conhecimento matemático, à medida que métodos foram aprimorados e novos foram surgindo com o avanço dos trabalhos de estudiosos (Brandemberg, 2019).

Conforme Godoy (2011), a contribuição que a matemática pode trazer para uma educação geral deve ser considerada positiva, de modo que o currículo possa atender os objetivos propostos dentro de um contexto social, político e cultural. Sendo assim, a Matemática deve preparar o aluno para que quando estiver na idade adulta utilize os conhecimentos matemáticos para resolver problemas do cotidiano.

O Ensino de Matemática nos Anos Iniciais deve ser considerado como uma grande importância para a formação de cidadãos críticos, em que através do desenvolvimento do pensamento lógico obtêm-se relações com outras disciplinas e consequentemente com o conhecimento de mundo. Com relação ao ensino da Matemática, a Base Nacional Comum Curricular considera que conhecimento matemático "é necessário para todos os alunos da Educação Básica, seja por sua grande aplicação na sociedade contemporânea, seja pelas suas potencialidades na formação de cidadãos críticos, cientes de suas responsabilidades sociais" (Brasil, 2018, p. 265).

Assim, é necessário compreender que o ensino da matemática não pode ser reduzido à resolução de problemas matemáticos. Embora não se negue a importância dessa metodologia no processo de ensino e aprendizagem do componente curricular de Matemática, é necessário adotá-la com ressalvas, considerando a necessidade de inserir o aluno em um ambiente de aprendizado propício, o que inclui a integração da teoria com a prática e com os problemas cotidianos.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, a resolução de problemas possibilita aos alunos mobilizar conhecimentos e desenvolver a capacidade para gerenciar as informações que estão a seu alcance. Assim, os alunos têm a oportunidade de

ampliar seus conhecimentos acerca de conceitos e procedimentos matemáticos bem como ampliar a visão que têm dos problemas, da Matemática, do mundo em geral e desenvolver sua autoconfiança (Brasil, 1998).

Diante disso, aponta-se a relevância de o ensino da matemática ser realizado de maneira interdisciplinar com outras áreas do conhecimento. Isso porque as demandas do mundo contemporâneo exigem que a sociedade assimile novos conhecimentos para lidar com fatos e fenômenos do cotidiano. Assim, espera-se que a educação se apresente como uma possibilidade de acesso da população a tais conhecimentos, que são validados pela sua incorporação às práticas sociais (Tomaz; David, 2008).

Nesse cenário, conforme estabelece os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (1998), uma das finalidades da Matemática no Ensino Fundamental é permitir ao aluno estabelecer conexões entre temas matemáticos de diferentes campos e entre esses temas e conhecimentos de outras áreas curriculares. Dessa forma, propõe que o trabalho desenvolvido no processo de ensino e aprendizagem deve levar o aluno a valorizar a Matemática como um instrumento para compreender o mundo à sua volta – exercer a cidadania – e entendê-la como área do conhecimento que estimula o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas (Brasil, 1998).

Como exemplo, a aplicação dos conhecimentos matemáticos no estudo da Física é essencial para a compreensão e descrição precisa dos fenômenos naturais, evidenciando a relação interdisciplinar entre essas áreas do conhecimento. A Matemática oferece as ferramentas necessárias para quantificar, modelar e analisar grandezas físicas, como velocidade, aceleração, força e energia, permitindo a formulação de leis e teorias que explicam o comportamento do universo. Além disso, a matemática oferece ferramentas precisas para resolver problemas complexos e interpretar dados experimentais, permitindo aos estudantes compreender a relação entre teoria e prática.

Através de conceitos como álgebra, geometria, funções, derivadas e integrais, a Física consegue representar fenômenos complexos em gráficos, equações e modelos matemáticos, favorecendo a resolução de problemas e o desenvolvimento de tecnologias. Essa integração fortalece o pensamento crítico e lógico dos estudantes, destacando a importância de uma abordagem interdisciplinar no processo de ensino e aprendizagem, onde a Matemática e a Física se complementam na busca por soluções aplicáveis à realidade.

Ao integrar a matemática no ensino da física, os alunos desenvolvem habilidades

analíticas, além de um entendimento mais profundo das leis que regem o universo, fortalecendo sua capacidade de aplicar o conhecimento em contextos reais. Portanto, a importância da matemática no ensino da física vai além de seu papel como ferramenta de cálculo; ela é o alicerce que sustenta toda a estrutura teórica da disciplina. Muitos conceitos fundamentais da física, como velocidade, aceleração, força e energia, são expressos por meio de equações matemáticas que descrevem com precisão as relações entre grandezas físicas. A compreensão desses conceitos depende diretamente do domínio da matemática, pois ela permite que os alunos visualizem e quantifiquem fenômenos, como o comportamento de um objeto em queda livre ou a oscilação de um pêndulo.

Essa integração entre as duas áreas também prepara os estudantes para desafios práticos em áreas como engenharia, tecnologia e ciência aplicada, evidenciando como o domínio da matemática é indispensável para a formação de profissionais qualificados. Assim, o ensino articulado da física e da matemática enriquece o aprendizado, tornando-o mais significativo e relevante para a compreensão do mundo natural.

Diante disso, este estudo tem a finalidade de demonstrar a maneira com a qual os conceitos matemáticos podem ser aplicados para resolver problemas sobre o conteúdo de velocidade média e taxa de variação na física, promovendo uma compreensão integrada entre as duas disciplinas.

Como objetivos específicos, tem-se: a) Identificar os conceitos matemáticos fundamentais que estão diretamente relacionados aos cálculos de velocidade média e taxa de variação na física; b) Explorar exemplos práticos que ilustrem a aplicação dos conceitos matemáticos na resolução de problemas de velocidade média e taxa de variação; c) Motivar mais a aprendizagem e o domínio da matemática como recurso para modelar e resolver os problemas do cotidiano; d) Desenvolver estratégias didáticas para integrar o ensino de matemática e física, enfatizando a relação entre os conceitos das duas disciplinas.

Com isso, busca-se responder ao seguinte questionamento de pesquisa: De que maneira os conceitos de velocidade média e taxa de variação, oriundos da matemática, podem ser aplicados para solucionar problemas de física, e como essa interdisciplinaridade pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa?

Este estudo é relevante porque aborda a integração entre matemática e física, dois componentes curriculares fundamentais no currículo escolar e na formação do cidadão, com o objetivo de promover uma compreensão mais abrangente e contextualizada dos conteúdos. Muitas vezes, os alunos enfrentam dificuldades em conectar os conceitos matemáticos ao seu uso prático em outras áreas, como a física, o que compromete o aprendizado e a aplicação do

conhecimento. Ao explorar a relação entre conceitos como velocidade média e taxa de variação, este trabalho contribui para preencher essa lacuna, incentivando uma abordagem interdisciplinar que estimula o raciocínio lógico e o pensamento crítico.

Além disso, a pesquisa oferece subsídios para professores desenvolverem práticas pedagógicas inovadoras e eficazes, alinhadas às demandas de um ensino mais integrado e significativo. Ao demonstrar como conceitos abstratos podem ser aplicados em situações concretas, o estudo favorece a aprendizagem e a motivação dos alunos, ao tornar o ensino mais atrativo e conectado à realidade. Dessa forma, a relevância do trabalho está em sua contribuição para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem e para a formação de estudantes mais preparados para enfrentar desafios acadêmicos e práticos.

2 METODOLOGIA

Este estudo tem como natureza a realização de uma pesquisa bibliográfica descritiva de abordagem qualitativa. O método foi escolhido por permitir uma análise aprofundada de materiais teóricos e estudos já realizados, possibilitando uma compreensão mais ampla e fundamentada do tema abordado.

Quanto a abordagem, a presente pesquisa é qualitativa. De acordo com Minayo (2001), essa pesquisa permite trabalhar com significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, possibilitando atingir um nível profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos a uma simples análise entre variáveis. Asssim, conforme Gil (2017), a abordagem qualitativa é um método de pesquisa que busca compreender fenômenos de maneira aprofundada, analisando aspectos subjetivos, contextuais e interpretativos. Diferente da abordagem quantitativa, que se baseia em números e estatísticas, a pesquisa qualitativa valoriza a análise descritiva e exploratória, focando em significados, percepções e experiências dos sujeitos.

Quanto à natureza, a pesquisa classifica-se como pesquisa aplicada, que significa que o pesquisador é movido pela necessidade de obter conhecimento adequado para que possa aplicar imediatamente os resultados obtidos. Essa pesquisa contribui para o âmbito prático, na medida em que visa uma solução imediata à problemática observada em uma dada realidade (Barros; Lehfeld, 2014). Assim, a pesquisa aplicada tem como principal objetivo gerar conhecimento voltado para a solução de problemas práticos e reais. Diferente da pesquisa básica, que busca ampliar o conhecimento teórico sem uma aplicação imediata, a pesquisa aplicada utiliza teorias, métodos e técnicas existentes para produzir resultados que possam ser aplicados em contextos específicos, como em empresas, instituições ou na sociedade em geral (Minayo, 2001).

No que tange aos objetivos, a pesquisa classifica-se como descritiva. Nesse sentido, Gil (2017) afirma que as pesquisas descritivas apontam características de uma população ou de fenômeno, bem como permite a identificação de relações entre algumas variáveis. Para o autor, essas pesquisas têm a finalidade de proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses, buscando o aprimoramento de ideias. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Com relação aos procedimentos, a pesquisa é bibliográfica, que consiste na busca e seleção de materiais previamente elaborados com pertinência ao tema em questão, tais como

doutrinas, artigos científicos, revistas, periódicos, legislação, entre outros. Para Fachin (2017), a pesquisa bibliográfica é o conjunto de conhecimentos reunidos em obras de diversas naturezas, que tem como objetivo conduzir o leitor à pesquisa a respeito de determinado tema, proporcionando o conhecimento. Ainda, aduz que essa pesquisa se fundamenta em vários procedimentos metodológicos, que compreendem a leitura, a organização, o fichamento, arquivamento, o resumo etc. Corroborando com esse entendimento, Gil (2017) afirma que a pesquisa bibliográfica é realizada de acordo com material já publicado.

A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida em etapas sistemáticas e estruturadas, com o intuito de garantir a profundidade e a qualidade da análise. Inicialmente, foi realizada a escolha do tema, definida a partir da identificação de lacunas no conhecimento existente e da relevância da abordagem interdisciplinar para a solução de problemas práticos. A delimitação do tema ocorreu com base na conexão entre os conceitos matemáticos e sua aplicação no entendimento de fenômenos físicos, especialmente no estudo de velocidade média e taxa de variação, reforçando a necessidade de uma compreensão integrada entre os componentes curriculares.

Posteriormente, foram estabelecidos os objetivos da pesquisa, visando orientar todo o processo investigativo. O objetivo geral consistiu em demonstrar como os conceitos matemáticos podem ser aplicados para resolver problemas sobre velocidade média e taxa de variação na física, promovendo a integração entre as áreas. A partir dele, foram definidos objetivos específicos, que incluíram a identificação de conceitos relevantes, a análise de exemplos práticos, o desenvolvimento de estratégias didáticas interdisciplinares e a avaliação do impacto dessa integração no aprendizado.

Com o tema e os objetivos bem delineados, iniciou-se a etapa de busca e seleção dos materiais bibliográficos. Foram consultadas fontes confiáveis, como livros acadêmicos, artigos científicos, dissertações, teses e publicações em periódicos especializados, acessados por meio de bibliotecas físicas e bases de dados digitais reconhecidas.

Os materiais foram escolhidos com base em critérios de atualidade, pertinência ao tema e contribuição teórica para a construção do estudo. Após a coleta, os textos foram analisados de forma crítica, buscando identificar convergências, lacunas e perspectivas relevantes para a fundamentação do trabalho.

Além disso, a pesquisa envolveu a identificação e análise de exercícios que envolvem a aplicação de conhecimentos matemáticos no estudo da Física. Foram consultadas fontes acadêmicas, como livros didáticos, artigos científicos e materiais pedagógicos, que abordam a

integração entre conceitos matemáticos e físicos em contextos práticos, como o cálculo de velocidade média, aceleração, forças e outras grandezas.

A seleção dos exercícios priorizou situações que evidenciam a utilização de ferramentas matemáticas, como álgebra, geometria, funções e operações com variáveis, na resolução de problemas físicos. Essa abordagem permitiu mapear exemplos concretos que ilustram a interdependência entre as duas disciplinas, contribuindo para a compreensão do papel da Matemática como linguagem fundamental para a formulação e solução de questões no campo da Física.

Para a análise de dados obtidos com a pesquisa, será utilizada a Técnica de Pesquisa de Análise de Conteúdo, estruturada por Bardin (2016), o qual defende que essa análise deve ocorrer em três etapas: inicialmente, deve ser feita uma pré-análise dos dados; posteriormente, deve-se realizar a exploração dos materiais selecionados, bem como a categorização destes; por fim, deve ser feito o tratamento dos resultados, mediante inferências e interpretações.

3 OS COMPONENTES CURRICULARES DE MATEMÁTICA E FÍSICA

3.1 O Componente Curricular de Matemática

A matemática desempenha um papel essencial na história da humanidade desde as primeiras civilizações, surgindo como resposta às necessidades práticas do cotidiano. Sua origem está profundamente ligada à busca por soluções para problemas reais, como a contagem de animais em um rebanho, a medição de terras para cultivo ou a divisão justa de colheitas entre membros de uma comunidade. Essas demandas foram os primeiros passos para o desenvolvimento de sistemas de numeração e operações básicas, que se tornaram indispensáveis para a organização social e econômica (Costa; Silva, 2021).

Nas civilizações antigas, como a mesopotâmica e a egípcia, a matemática foi utilizada não apenas para resolver problemas práticos, mas também para apoiar projetos mais complexos, como a construção de templos e pirâmides. Esses povos desenvolveram conceitos de geometria para calcular áreas e volumes, bem como sistemas de contagem que evoluíram para registros administrativos (Costa; Silva, 2021).

Dessa forma, ao longo do tempo, o processo de ensino e aprendizagem da Matemática esteve intimamente relacionado a diversas áreas do conhecimento, contribuindo para a solução de questões nos campos econômico, administrativo e tecnológico, além de impactar diferentes atividades humanas. Contudo, apesar de estar presente no cotidiano por meio de porcentagens, estatísticas, juros e outros aspectos, o ensino da Matemática enfrenta uma rejeição significativa. Essa aversão tem repercussões negativas no desempenho e na aprendizagem dos estudantes em diferentes níveis educacionais, resultando em altos índices de reprovação (Passos; Nicot, 2021).

Diante desse cenário, a educação matemática deve ser orientada de forma clara em relação ao problema apresentado aos estudantes, devendo destacar a importância do problema e a relevância e estar ligada com as experiências dos alunos. O problema deve estar relacionado às questões sociais; engajar os estudantes na situação e no processo de resolução, uma vez que deve ter um caráter político e social (Skovsmose, 2001).

Conforme Pais (2013), a presença da Matemática na educação escolar decorre da convergência de várias fontes de influência da transposição didática, que orientam o professor a considerar, além dos conteúdos, os objetivos, métodos, recursos e estratégias. Esses elementos do sistema didático estão, de alguma forma, presentes em todas as aulas.

A educação matemática caracteriza-se pela competência crítica, distanciamento crítico e engajamento crítico. Neste enfoque, Skovsmose (2001) considera que o aluno deve estar envolvido no processo educacional e a educação deve estar organizada de maneira que haja uma reflexão para fora da sala de aula para que haja um engajamento crítico. Desta forma apresenta como argumento social democrático, um dos mecanismos para verificar a relevância do contexto para o desenvolvimento da matemática por meio de reflexões. Dentro deste argumento social, o autor apresenta três declarações.

> 1) A matemática tem um campo vasto de aplicação, exemplifica com a economia macro e micro o planejamento na indústria, propagandas. A escola primária ou secundária apresenta dificuldades para desenvolver exemplos reais que ilustram ou demonstram a realidade social, considera que os exemplos trabalhados são pseudo aplicações, ou seja, um falso contexto.
>
> 2) A função da matemática acaba sendo de formatar a sociedade. É impossível imaginar uma sociedade sem a tecnologia destacado com a matemática tendo um papel dominante. Desta forma, afirma que a matemática tem implicações importantes tanto para o desenvolvimento quanto para a organização da sociedade embora conscientize que essas implicações a injeção difícil desse identificar o final.
>
> 3) O exercício dos direitos e deveres democráticos é necessário, porém para tornar possível o entendimento dos mecanismos de desenvolvimento da sociedade, mesmo estando escondidos e difíceis de identificar. Devemos ser capazes de entender as funções de aplicações da matemática em termos de decisões econômicas políticas e sociais (Skovsmose, 2001, p. 39).

Pode-se notar a importância do papel da matemática para o desenvolvimento de uma cidadania crítica. É importante ressaltar que a escola por ter como função social a formação do cidadão na sua integralidade, deve pensar num currículo que vai além de conteúdos conceituais, mas pautar sobre a importância de desenvolver um currículo voltado para as relações humanas e neste sentido faz necessário refletir seu papel.

Os resultados da educação escolar estão, entre outros fatores, diretamente ligados ao nível de interação estabelecido entre o professor, os alunos e os demais elementos do sistema didático. Por isso, é fundamental integrar de forma eficaz estratégias, recursos, conteúdos, objetivos e outros componentes que influenciam a prática pedagógica, o que destaca a necessidade de adotar um método consistente e garantir a adequação dos procedimentos utilizados (Pais, 2013).

Nesse sentido, afirma Sacristán (2013) que o currículo escolar pode ser entendido tanto como o percurso profissional e seus êxitos, quanto à construção da carreira do educando e, mais concretamente, os conteúdos deste percurso, sobretudo sua organização, ou seja, o que o aluno deve aprender e em que ordem deve fazê-lo. O autor afirma, ainda, que o currículo, na

segunda acepção, é uma seleção organizada dos conteúdos que devem ser aprendidos pelos alunos, os quais devem regular a prática didática que se desenvolve durante o processo de ensino e aprendizagem.

Assim destacamos o significado de um currículo voltado para as relações humanas, segundo Sacristan:

> [...] entendido como a cultura real que surge de uma série de processos, mais que como um objeto delimitado e estático que se pode planejar e depois implantar; aquilo que é, na realidade, a cultura nas salas de aula, fica configurado em uma série de processos: as decisões prévias do que se vai fazer no ensino, as tarefas acadêmicas reais que são desenvolvidas, a forma como a vida interna das salas de aula e os conteúdos de ensino se vinculam com o mundo exterior, as relações grupais, o uso e o aproveitamento de materiais, as práticas de avaliação, etc. (Sacristán, 1998, p. 87).

O currículo da disciplina de Matemática de acordo com a BNCC (Brasil, 2018), foram divididos em competências e habilidades, e distribuídos em três domínios da ação humana, sendo: vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva. A BNCC considera que o conhecimento matemático, intrinsecamente universal, transcende fronteiras culturais, destacando-se como um elemento unificador. Além disso, ressalta sua aplicabilidade abrangente na sociedade contemporânea e seu papel crucial na formação de cidadãos críticos e socialmente conscientes.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (2018), o conhecimento matemático é crucial para todos os estudantes da Educação Básica, não apenas devido à sua ampla aplicação na sociedade contemporânea, mas também ao seu papel na formação de cidadãos críticos e conscientes de suas responsabilidades sociais. A BNCC reconhece que os diversos campos que compõem a Matemática são interligados por um conjunto de ideias fundamentais. Estas ideias, como equivalência, ordem, proporcionalidade, interdependência, representação, variação e aproximação, desempenham um papel crucial no desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos.

Portanto, a BNCC enfatiza que é essencial que essas ideias fundamentais sejam transformadas em objetos de conhecimento dentro do contexto escolar. Isso implica não apenas entender essas ideias isoladamente, mas também compreender suas interconexões e aplicá-las em diferentes contextos matemáticos, promovendo assim uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos matemáticos (Brasil, 2018).

Assim, conforme Costa e Silva (2021), a sala de aula deve ser transformada em um ambiente que estimule a curiosidade, o respeito às diferentes opiniões, a reflexão, o

pensamento crítico, a troca de experiências e outros processos que favoreçam a construção de uma aprendizagem significativa para todos os indivíduos envolvidos. É importante também destacar a relevância de contextualizar os conteúdos abordados, tornando-os mais próximos da realidade dos alunos.

De acordo com Pais (2013), valorizar estratégias que promovam o aprendizado da Matemática implica em reconhecer e trabalhar com os esquemas de ação característicos do raciocínio dos alunos. Esses esquemas de ação referem-se a conjuntos de atividades ou processos mentais que os estudantes utilizam na resolução de problemas ou na construção e ampliação de conceitos matemáticos. Em outras palavras, eles representam o caminho percorrido pelo aluno para compreender e aplicar determinado conhecimento.

Compreender os esquemas de ação é essencial para o professor, pois oferece uma visão mais clara sobre como os alunos pensam e agem diante de desafios matemáticos. Essa percepção permite identificar as estratégias que estão funcionando, bem como aquelas que precisam ser ajustadas ou reforçadas. Por exemplo, ao observar um aluno que utiliza um método intuitivo para resolver uma equação, o professor pode valorizar essa iniciativa, conectando-a a conceitos formais que ampliarão sua compreensão. Além disso, essa abordagem favorece uma interação mais dinâmica entre o professor e o aluno, uma vez que o educador se torna capaz de dialogar com as ideias dos estudantes, em vez de impor soluções pré-determinadas. Esse processo não apenas promove a aprendizagem, mas também estimula o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia (Pais, 2013).

Portanto, valorizar os esquemas de ação é uma prática pedagógica que coloca o aluno no centro do processo educacional, respeitando seu ritmo e suas particularidades cognitivas, e contribuindo para um aprendizado mais significativo e duradouro.

Diante desse cenário, a BNCC reconhece que a Matemática vai além da simples quantificação de fenômenos determinísticos, como contagem, medição de objetos e grandezas, e das técnicas de cálculo envolvendo números e grandezas. O documento também ressalta que a matemática explora a incerteza presente em fenômenos aleatórios e cria sistemas abstratos que organizam e relacionam fenômenos do espaço, movimento, formas e números, independentemente de estarem associados a fenômenos do mundo físico. Esses sistemas contêm conceitos e objetos fundamentais para a compreensão de fenômenos, a construção de representações significativas e a elaboração de argumentos coerentes em diversos contextos (Brasil, 2018).

Conforme Pais (2013), é fundamental reforçar constantemente as conexões entre conteúdos, métodos e objetivos. A integração desses aspectos fortalece a prática pedagógica,

pois exige uma reflexão contínua sobre a coerência entre essas dimensões. Resultados satisfatórios não podem ser alcançados se objetivos, métodos e conteúdos não estiverem em harmonia. A concepção integrada desses elementos não só amplia os resultados do trabalho docente, como também torna mais evidente a importância dos objetivos. Essa abordagem valoriza a função do professor na coordenação das atividades de ensino, compreendendo os valores educativos a partir da sua potencialidade.

Assim, ao adotar essas ideias, a educação matemática passa a ser entendida a partir das interações entre valores, métodos e conteúdos, que representam as três dimensões mais evidentes do sistema didático (Pais, 2013). Ao considerar a interdependência dessas três dimensões, a educação matemática se torna mais reflexiva, contextualizada e capaz de atender às demandas do século XXI, promovendo um aprendizado que vai além da simples memorização e prioriza o desenvolvimento de competências críticas e criativas.

Reforça Chas (2016) que aprender Matemática envolve a troca de ideias e conhecimentos, além do desenvolvimento de habilidades essenciais para a prática da cidadania. Isso exige que os indivíduos aprimorem sua capacidade de aprender, utilizando como ferramentas o domínio da leitura, da escrita e do raciocínio matemático. Esses elementos são fundamentais para que possam compreender melhor o mundo e o ambiente em que estão inseridos, atuando de maneira crítica, consciente e participativa na sociedade.

No Ensino Fundamental, a Matemática, por meio da integração de seus diversos campos - Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade - desempenha um papel crucial ao garantir que os alunos estabeleçam conexões entre observações empíricas do mundo real e representações matemáticas, como tabelas, figuras e esquemas. Além disso, espera-se que eles associem essas representações a atividades matemáticas, como conceitos e propriedades, conduzindo a induções e conjecturas. Dessa forma, os estudantes desenvolvem a habilidade de identificar oportunidades para aplicar a matemática na resolução de problemas, utilizando conceitos, procedimentos e resultados para alcançar soluções e interpretá-las de acordo com os contextos das situações apresentadas (Brasil, 2018).

No âmbito do Ensino Fundamental Anos Finais, espera-se que os alunos demonstrem habilidades na resolução de problemas envolvendo números naturais, inteiros e racionais, utilizando as operações fundamentais e diversas estratégias com compreensão dos processos subjacentes. É essencial que sejam apresentados desafios, especialmente problemas geométricos nos quais os números racionais não são suficientes para sua resolução, de modo a conscientizá-los sobre a necessidade de outros números, como os irracionais. Além disso, os

alunos devem desenvolver proficiência no cálculo de porcentagem, juros, descontos e acréscimos, utilizando inclusive tecnologias digitais (Brasil, 2018).

No que diz respeito a este tema, espera-se que eles sejam capazes de reconhecer, comparar e ordenar números reais, utilizando a relação desses números com pontos na reta numérica como suporte. Vale ressaltar que o desenvolvimento do pensamento numérico não se restringe apenas aos objetos de estudo descritos na unidade "Números". Esse pensamento é enriquecido e aprofundado quando os alunos são expostos a situações que envolve conteúdo das demais unidades temáticas, como Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, e Probabilidade e Estatística (Brasil, 2018).

Apesar de reconhecer a importância do componente curricular de matemática, a realidade brasileira revela inúmeras dificuldades dos alunos no processo de ensino e aprendizado. De acordo com Masola e Allevato (2019), as escolas enfrentam desafios comuns relacionados às dificuldades de aprendizagem, especialmente no ensino e aprendizagem da Matemática. Entre esses desafios, destacam-se a falta de motivação dos alunos para aprender, o desinteresse pela maioria dos conteúdos ensinados, a ineficácia de estratégias metodológicas tradicionais na abordagem de conteúdos e as dificuldades em associar os conteúdos matemáticos aos estudos de outras disciplinas e às necessidades do cotidiano.

A Base Nacional Comum Curricular destaca que para promover o desenvolvimento das habilidades esperadas para os alunos do Ensino Fundamental Anos Finais, é essencial considerar as experiências e os conhecimentos matemáticos que eles já possuem. Isso envolve criar situações nas quais os alunos possam realizar observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos da realidade, estabelecendo conexões entre eles e desenvolvendo ideias mais complexas. Essas situações devem integrar diversos aspectos dos diferentes conteúdos matemáticos, com o objetivo de fortalecer as ideias fundamentais da matemática, tais como equivalência, ordem, proporcionalidade, variação e interdependência (Brasil, 2018).

Assim, faz-se necessário optar pelas práticas, ações e estratégias pedagógicas adequadas para o ensino da matemática, pois tem a finalidade de auxiliar o aluno a realizar Matemática no contexto escolar, sob a orientação do professor, sendo essa uma das finalidades mais significativas da educação matemática. Para atingir esse objetivo, é necessário buscar dinâmicas adequadas que intensifiquem as possibilidades de interação do aluno com o conhecimento. O foco dessa abordagem está na valorização das ações do aluno, pois envolve conceitos, proposições e problemas, afastando a ideia de que o saber matemático está predefinido e pode ser simplesmente transmitido ao aluno (Pais, 2013).

Diante do exposto, observa-se que a Matemática deve ser encarada como uma

ferramenta essencial para o desenvolvimento do pensamento lógico e crítico dos alunos. Ao promover a integração entre os conteúdos, métodos, e a realidade cotidiana, a educação matemática ganha relevância, permitindo que o aluno compreenda a aplicação prática dos conceitos e desenvolva habilidades que vão além da sala de aula. Assim, a Matemática se torna uma disciplina dinâmica e significativa, capaz de contribuir para a formação integral dos estudantes e prepará-los para os desafios do mundo contemporâneo.

3.2 O Componente Curricular de Física

Refletir sobre o ensino de Física, sob a ótica da práxis pedagógica do professor, exige primeiramente considerar os objetivos que orientam a educação. Desde as civilizações antigas até as sociedades contemporâneas, a educação, entendida como um processo sistematizado de mediação, é identificada como educação escolar e fundamentada em ações planejadas e intencionais. Nesse contexto, os conteúdos escolares, derivados do conhecimento acumulado historicamente pela humanidade, tornam-se elementos essenciais dessa prática intencional, embora não exclusivos. Esses conteúdos encontram no ato didático-pedagógico um suporte crucial para sua efetiva implementação e significação (Rosa; Rosa, 2007).

Nesse sentido, a Física desempenha um papel fundamental na vida humana, estabelecendo as bases para diversas áreas do conhecimento e da tecnologia. Ela é a ciência que sustenta o desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação, viabilizando avanços como a transmissão de dados, a criação de dispositivos eletrônicos e a interconexão global. Na engenharia, a Física é indispensável para o planejamento e construção de infraestruturas, o desenvolvimento de máquinas e a criação de materiais com propriedades específicas. Além disso, sua aplicação na medicina é notável, especialmente em métodos de diagnóstico e tratamento. Tecnologias como a ressonância magnética, a tomografia computadorizada e os tratamentos radioterápicos são exemplos diretos de como os princípios físicos contribuem para a saúde humana. Esses avanços são resultado do uso de modelos e teorias que explicam fenômenos como ondas eletromagnéticas, radioatividade e propriedades dos materiais (Moreira, 2017).

Corroborando com esse entendimento, Ferreira e Ferraira (2021) aduzem que a Física, como parte integrante das Ciências da Natureza, dedica-se ao estudo do mundo e seus fenômenos, abrangendo matéria e energia. Nesse contexto, o cotidiano não apenas compõe a disciplina, mas também integra seu objeto de investigação. Dessa forma, a Física mantém uma

conexão direta com a realidade cotidiana, tornando imprescindível que seu ensino reflita essa perspectiva. Quando o ensino não se apresenta de maneira significativa para o estudante, o risco de uma aprendizagem superficial ou inexistente aumenta, podendo sobotar o resultado.

Como ressalta Moreira (2017), a Física fornece explicações consistentes para grande parte do mundo físico que nos cerca. Suas teorias não apenas elucidam fenômenos naturais, mas também servem de base para inovações que transformam a maneira como vivemos e interagimos com o ambiente. Assim, a Física é muito mais do que uma disciplina acadêmica; ela é uma ferramenta poderosa para compreender e moldar o mundo, impactando diretamente o progresso científico, tecnológico e social.

Para Renato Heineck (1999), o valor prático da Física como disciplina escolar está relacionado às razões que a tornam uma ferramenta relevante para a vida cotidiana, o trabalho e outras áreas do conhecimento. Esse valor se evidencia em diversas situações reais e na criação de modelos que permitem compreendê-las. Assim, a Física é, essencialmente, uma atividade humana e um resultado do esforço coletivo, sendo um produto social cujo valor funcional também se manifesta culturalmente.

No Ensino Fundamental, é essencial explorar as vivências, conhecimentos, interesses e curiosidades dos alunos acerca do mundo natural e material. No entanto, ao longo desse período, observa-se um desenvolvimento gradual da capacidade de abstração e da autonomia no pensar e agir, especialmente nos anos finais, além de um crescente interesse dos estudantes pela vida social e pela construção de sua própria identidade. Nesse cenário, é fundamental incentivá-los com desafios mais amplos e significativos, possibilitando que os questionamentos propostos a eles, bem como aqueles que eles mesmos elaboram, se tornem mais complexos e contextualizados (Brasil, 2018).

Portanto, “as relações entre os conhecimentos científicos e os adquiridos no cotidiano são particularmente de grande importância para o processo ensino-aprendizagem em Física. Logo, a aprendizagem de conteúdo de Física requer a aplicação de teorias específicas da área que subsidiem a melhoria do ensino” (Ferreira; Ferreira, 2021, p. 54).

Conforme a BNCC, para orientar a elaboração dos currículos de Ciências no Ensino Fundamental, as aprendizagens essenciais foram organizadas em três unidades temáticas, que se repetem ao longo de todo o Ensino Fundamental. A unidade temática Matéria e Energia abrange o estudo dos materiais e suas transformações, bem como das fontes e tipos de energia utilizados no cotidiano, com o objetivo de construir conhecimento sobre a natureza da matéria e os diversos usos da energia. A unidade temática Vida e Evolução propõe o estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e

necessidades, além de abordar a vida como um fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e a compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta. Por fim, a unidade temática Terra e Universo busca a compreensão das características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes, investigando suas dimensões, composição, localizações, movimentos e as forças que atuam entre eles (Brasil, 2018).

Por esse motivo, é necessário, no ensino da Física, priorizar a compreensão de conceitos em vez do foco exclusivo em fórmulas é essencial, pois alguns conceitos formam a base estrutural da Física e sustentam a compreensão humana. A conceitualização, nesse contexto, torna-se o cerne do desenvolvimento cognitivo. Além disso, é fundamental utilizar situações que tenham relevância para os alunos, já que são essas situações que conferem significado aos conceitos. As primeiras experiências devem estar relacionadas ao ambiente próximo do estudante e devem ser apresentadas em níveis progressivos de complexidade e abstração, garantindo que permaneçam significativas para o processo de aprendizagem (Moreira, 2021).

A BNCC ressalta, ainda, que as três unidades temáticas devem ser abordadas de forma contínua e integrada, ao longo dos anos de escolarização, garantindo que seus objetos de conhecimento se conectem de maneira progressiva. Dessa forma, é essencial que elas não sejam tratadas de forma isolada. A integração é particularmente visível quando temas relevantes, como sustentabilidade socioambiental, meio ambiente, saúde e tecnologia, são abordados em todas as unidades temáticas, promovendo uma compreensão mais abrangente e interligada dos conteúdos (Brasil, 2018).

O processo de ensinar e aprender Física abrange uma série de elementos essenciais, como conceitos e sua conceitualização, modelos e o uso de modelagem, atividades experimentais, desenvolvimento de competências científicas, situações contextualizadas que façam sentido, aprendizagem significativa, dialogicidade, criticidade e interesse. Esses tópicos, que serão explorados nas próximas seções, embora não sejam novidades, continuam representando desafios significativos para o ensino da Física (Moreira, 2021).

Dessa maneira, é fundamental superar um ensino de Física centrado exclusivamente no uso de fórmulas e desconectado da realidade, focado em situações artificiais. Torna-se necessário reconhecer o valor dessas fórmulas para o desenvolvimento do conhecimento, desde que sejam associadas a contextos cotidianos, evitando a priorização da automatização ou a mera memorização dos conteúdos (Ferreira; Ferreira, 2021). Assim, afirma Moreira

(2021, p. 2): “No ensino da Física é mais importante dar atenção aos conceitos físicos do que às fórmulas. As fórmulas contêm conceitos. Não tem sentido decorar fórmulas sem entender os conceitos que as constituem”.

Portanto, o ensino de Física deve ocorrer em um espaço propício à curiosidade e questionamentos, onde o conhecimento se apresenta de forma ampla e abrangente. Esse campo exige respostas que vão além das especulações teóricas, buscando sempre conectar o conteúdo ao cotidiano da sala de aula, tanto como ponto de partida quanto de chegada (Heineck, 1999).

Dessa forma, de acordo com Moreira (2018), recomenda-se abandonar o modelo tradicional de ensino, focado no professor como transmissor de conteúdos, e adotar uma abordagem centrada no aluno, promovendo uma aprendizagem ativa e significativa. Nesse formato, os alunos participam de atividades em pequenos grupos, com o professor atuando como mediador, auxiliando na aplicação de conceitos e procedimentos físicos em contextos relevantes para eles. Contudo, isso não impede que, em momentos específicos, o professor faça exposições breves e explicações para toda a turma.

É importante mencionar que, atualmente, não é possível conceber uma educação científica sem reconhecer os diversos papéis da tecnologia no desenvolvimento da sociedade humana. A pesquisa de materiais para usos tecnológicos, a aplicação de instrumentos óticos na saúde e na observação do céu, a produção de materiais sintéticos e suas utilidades, o uso das fontes de energia e suas aplicações, e até mesmo o emprego da radiação eletromagnética no diagnóstico e tratamento médico são apenas alguns exemplos de como ciência e tecnologia, por um lado, contribuem para a melhoria da qualidade de vida humana, mas, por outro, podem ampliar as desigualdades sociais e agravar a degradação ambiental. Portanto, é essencial destacar os múltiplos papéis desempenhados pela relação entre ciência, tecnologia e sociedade, tanto na vida moderna quanto na preservação do planeta (Brasil, 2018).

4 INTERDISCIPLINARIDADE NA PRÁTICA: A APLICAÇÃO INTEGRADA DA MATEMÁTICA E DA FÍSICA

4.1 Interdisciplinaridade entre matemática e física

Como já visto, ressalta Chas (2016) que a Matemática exerce um papel fundamental na formação de cidadãos críticos e capazes de transformar o ambiente em que estão inseridos, uma vez que possibilita a resolução de problemas do dia a dia, oferece aplicações relevantes no âmbito profissional e se estabelece como uma ferramenta indispensável para o desenvolvimento de conhecimentos em diversas áreas do currículo.

Contudo, de acordo com o autor, uma das principais dificuldades no contexto escolar está relacionada ao ensino e à aprendizagem da Matemática, especialmente no que diz respeito à conexão entre seus conteúdos conceituais e suas aplicações práticas, buscando integrá-la às demais ciências e disciplinas curriculares. Dessa maneira, a interdisciplinaridade surge como uma estratégia fundamental e adequada para reduzir a fragmentação frequentemente observada no processo de ensino e aprendizagem, especialmente no Ensino Fundamental (Chas, 2016).

A prática interdisciplinar surgiu como uma resposta à fragmentação do conhecimento, buscando promover o diálogo entre diferentes disciplinas científicas e curriculares, com a premissa de que o saber deve ser abrangente e universal. Nesse contexto, a interdisciplinaridade se apresenta como uma abordagem pedagógica que possibilita um novo patamar de interação e integração entre os diversos componentes do currículo, favorecendo uma compreensão mais holística e conectada da realidade (Passos; Nicot, 2021).

Nesse sentido:

> A proposta interdisciplinar visa romper com as barreiras entre as disciplinas e supe-rar o compartimentalismo do pensar, na busca de uma aproximação do saber como elo entre todos os conhecimentos dos di-versos campos. Na atual proposta para a educação, as escolas precisam quebrar paradigmas e unir pontos benéficos do ensino tradicional à ideia da construção do saber a partir da integração das partes (Chas, 2016, p. 99).

Em outras palavras, observa-se que a abordagem interdisciplinar busca integrar os diversos campos do saber, promovendo uma visão mais ampla e conectada do conhecimento. Essa perspectiva desafia o modelo tradicional de ensino, que frequentemente compartimentaliza as disciplinas, ao propor uma educação que valorize as interações e

interdependências entre os diferentes saberes. Nesse contexto, as escolas são instigadas a adotar práticas pedagógicas que combinem elementos positivos do ensino tradicional com estratégias inovadoras que favoreçam a construção integrada do conhecimento, rompendo barreiras e preparando os estudantes para enfrentar desafios de forma mais holística e colaborativa.

O ensino tradicional, caracterizado por conteúdos trabalhados de forma isolada, com disciplinas que não interagem entre si, resulta em um processo educacional fragmentado, que impede o pleno desenvolvimento do aluno. Para superar essa limitação, o conhecimento deve ser desenvolvido de forma integrada, promovendo habilidades interligadas. Nesse contexto, a interdisciplinaridade emerge no final do século passado como uma resposta à necessidade de superar a fragmentação provocada por uma epistemologia de orientação positivista (Chas, 2016).

A interdisciplinaridade ocorre quando um tema é abordado por meio da aplicação de conceitos e ferramentas provenientes de outra disciplina. Portanto, não se trata de uma prática que necessariamente requer a colaboração de mais de um professor. Pelo contrário, a abordagem interdisciplinar demanda que o docente, em seu próprio contexto curricular, adote diversas estratégias pedagógicas que integrem saberes de diferentes áreas, enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem (Passos; Nicot, 2021).

Conforme esclarece Chas (2016), a interdisciplinaridade é essencial para entender que os conhecimentos, muitas vezes fragmentados pela estrutura curricular, funcionam como pontes que conectam os diferentes campos do saber científico em uma vasta rede de interações. Essa abordagem não apenas aprimora a compreensão dos conteúdos, mas também fomenta novas descobertas e conhecimentos, que facilitam outras conexões. Isso sustenta a curiosidade e a perplexidade dos estudantes frente à importância atribuída, por diversos setores da sociedade, ao estudo de uma disciplina que, para muitos, parece desconectada da realidade cotidiana.

Considerando as particularidades da educação básica, é fundamental que os conteúdos não fiquem isolados, nem entre si nem em relação às outras disciplinas. Portanto, é necessário sempre estabelecer conexões entre os diferentes conhecimentos abordados. Essa articulação também requer a explicitação dos vínculos entre o saber ensinado e as situações do cotidiano. Ademais, para que o saber se torne significativo, o professor deve levar em conta a contextualização desse conhecimento (Pais, 2013).

De acordo com Lima e Oliveira (2021), cada disciplina deve ser analisada não apenas pelo lugar que ocupa ou ocuparia no currículo, mas pelos saberes que ela abrange, pelos

conceitos que apresenta e pelo dinamismo que esses saberes geram, próprios de sua área de cientificidade. Essa cientificidade, ao ser originada nas disciplinas, adquire uma dimensão interdisciplinar quando exige que o professor repense suas práticas pedagógicas e aprimore as suas habilidades, incorporando ao movimento da disciplina o movimento do próprio mundo e do contexto social.

Diante disso, é relevante mencionar que o ensino da Matemática tem evoluído em conformidade com as novas tendências educacionais, de forma que não deve estar dissociado das demais disciplinas nem alheio às questões que permeiam o ambiente escolar. Assim, é indispensável que haja uma intercomunicação entre a Matemática e outros componentes curriculares, promovendo transformações mútuas por meio de um diálogo efetivo e compreensível, uma vez que a mera troca de informações entre estruturas disciplinares isoladas não caracteriza um método verdadeiramente interdisciplinar (Chas, 2016).

Conforme Passos e Nicot (2022), o docente deve orientar sua prática pedagógica de maneira a transformar as novas informações em saberes significativos. Para alcançar esse objetivo, é fundamental investigar o contexto cotidiano dos estudantes. Essa abordagem exige estabelecer conexões entre as disciplinas, relacionando-as aos aspectos históricos, filosóficos e sociais dos conteúdos. Essa metodologia estimula os alunos a se tornarem mais engajados, críticos e reflexivos, promovendo sua transformação pessoal e ampliando sua percepção sobre os temas escolares presentes em sua rotina.

Para envolver o aluno com o saber, é essencial desenvolver atividades que ampliem as articulações internas entre os diversos temas da Matemática, entre as diferentes formas de representar o conhecimento, entre o saber escolar e os conhecimentos do cotidiano, entre outras conexões (Pais, 2013). Dessa forma, conforme destacam Lima e Oliveira (2021), o professor de matemática deve reconhecer que os fundamentos teóricos de outras áreas do conhecimento são ferramentas essenciais para contextualizar os conceitos matemáticos em suas aulas. A interpretação e a compreensão desses conceitos permitem que ele esteja preparado para o momento de "saber para ensinar", utilizando esses conhecimentos de forma estratégica para abordar conteúdos matemáticos específicos, enriquecendo sua prática pedagógica.

Ainda, “o ensino da Matemática de forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos permite ao aluno maior familiaridade e proximidade com o assunto que será abordado em sala de aula, sendo uma estratégia de ensino para melhor aprendizagem dos alunos” (Lima; Oliveira, 2021, p. 757).

Quanto à interdisciplinaridade entre a matemática e as ciências, Chas (2016) cita a utilização dos conhecimentos na área das ciências, mediante a aplicação dos seguintes conhecimentos: a) Conversão de unidades de medida; b) Cálculos com aplicações de fórmulas matemáticas; c) Organização de tabelas e diagramas sobre processos naturais; d) Funções; e) Escalas e conversões entre escalas; f) Regra de três.

Portanto, é possível observar que a Matemática estrutura o raciocínio físico, enquanto a Física confere a ela realidade, utilidade e concretude. Assim, existe uma relação biunívoca e estreita entre essas duas áreas do conhecimento. Um tema comum a ambas é o estudo gráfico de funções, uma linguagem visual amplamente utilizada em diferentes mídias e na ciência para registrar informações. Os gráficos facilitam a leitura e a interpretação de dados, pois organizam as informações de maneira sistemática e sintética, tornando-se uma ferramenta matemática essencial. (Lima; Oliveira, 2021).

4.2 Exemplos práticos da aplicação matemática em problemas físicos

A aplicação dos conhecimentos matemáticos sobre funções na Física é fundamental para a compreensão e análise de fenômenos naturais. As funções permitem expressar de maneira precisa as relações entre grandezas físicas, como tempo, velocidade, força e energia. Por exemplo, a função que descreve a posição de um objeto em movimento em função do tempo é uma ferramenta essencial para estudar o movimento de corpos, como no caso do movimento uniformemente acelerado.

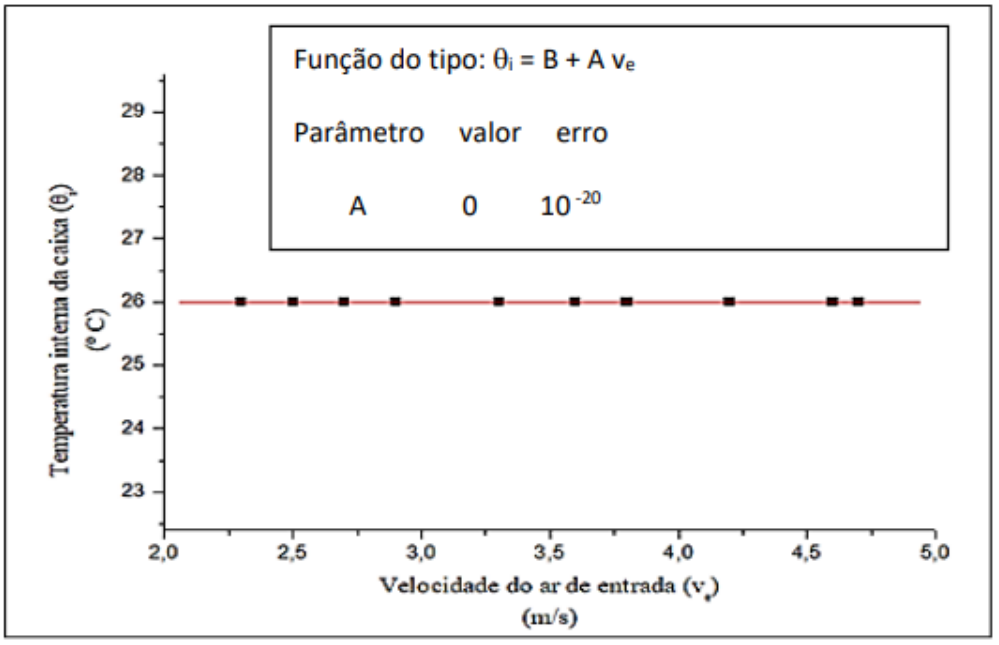
A representação gráfica está ligada ao conceito de função, no qual a mudança de uma grandeza está associada à mudança de outra. Esse conceito é fundamental na Matemática e seus elementos mais simples aparecem nas noções básicas dessa área do conhecimento. Ele se estabelece como uma ferramenta matemática essencial para o estudo quantitativo dos fenômenos naturais, sendo passível de tradução gráfica. Por essa razão, a compreensão de gráficos é crucial para representar fenômenos físicos (Lima; Oliveira, 2022). Dessa forma, o estudo das funções proporciona uma base matemática sólida que permite interpretar, prever e manipular diferentes situações físicas, facilitando o entendimento de conceitos complexos e sua aplicação em diversas áreas da ciência.

Conforme Passos e Nicot (2021), o conteúdo das funções é um tema matemático que exige uma contextualização robusta, pois suas aplicações são vastas e estão presentes em diversas situações cotidianas. As funções estão diretamente ligadas a grandezas, valores, índices e variações, elementos essenciais para compreender muitos fenômenos naturais e

sociais, motivo pelo qual podem ser aplicadas em outros ramos do conhecimento.

Com isso, fica evidente a importância científica da linguagem gráfica, pois ela permite uma organização lógica das ideias e conteúdos matemáticos, facilitando o desenvolvimento de uma investigação contextualizada. Em estudos feitos por Lima e Oliveira (2022), foi realizado um experimento fundamentado na análise do efeito de resfriamento causado no ambiente pela instalação do Eco Cooler. Para isso, foram feitas medições das variáveis independentes, como a temperatura externa (θe) e a velocidade do ar externo (ve), e das variáveis dependentes, que incluem a velocidade do ar interno (próxima ao gargalo da garrafa PET - v_i) e a umidade do ar no ambiente interno (u_i)

Figura 1 - Gráfico da temperatura interna (θi) *versus* velocidade do ar de entrada (ve) e a relação funcional entre as grandezas



Fonte: Lima; Oliveira, 2022.

Pelo estudo indicado, observa-se que a análise do gráfico que relaciona a temperatura interna com a velocidade do ar de entrada ilustra a aplicação direta dos conhecimentos matemáticos no ensino de Física, de forma interdisciplinar. O gráfico permite observar como a variação da velocidade do ar influencia a temperatura interna, estabelecendo uma relação funcional entre essas grandezas.

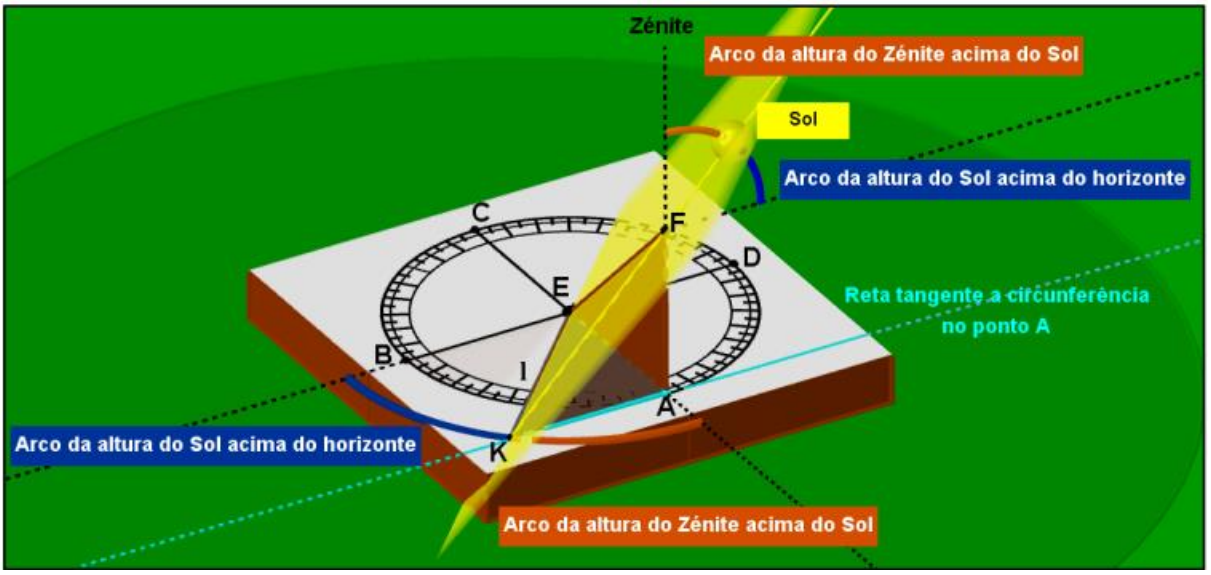
Esse tipo de análise é fundamental para que os estudantes compreendam o comportamento dos sistemas físicos, pois conecta conceitos matemáticos, como funções e

gráficos, a fenômenos reais, como a transferência de calor e o efeito do ar em um ambiente.

Ao abordar essas questões de maneira interdisciplinar, os alunos são incentivados a usar ferramentas matemáticas para interpretar dados experimentais e modelar relações físicas, facilitando a compreensão dos princípios da Física e reforçando a importância da Matemática como linguagem para descrever e prever o comportamento dos sistemas naturais. Além disso, essa integração entre Matemática e Física promove uma visão mais holística do conhecimento, tornando o aprendizado mais significativo e aplicável ao cotidiano.

Outro exemplo prático da interdisciplinaridade entre as disciplinas de matemática é física é citdo por Oliveira e Pereira (2022). Conforme os autores, a utilização, pelos estudantes, dos conceitos de vetor da gravidade e centro de massa, que fazem parte do currículo de Física na contemporaneidade, indica a possibilidade de criar uma interdisciplinaridade entre as disciplinas de Matemática e Física, por meio de um estudo sobre o uso de instrumentos jacente no plano. Por exemplo, como na Física a gravidade é representada por um vetor, seria interessante explorar uma interação entre o vetor na Física e a reta na Matemática. Outra abordagem seria discutir o conceito de centro de massa (da Física) em paralelo com o centro geométrico (da Matemática). Dessa forma, ambos os conceitos poderiam ser explorados além dos limites internos de cada área.

Figura 2 - Representação de uso do instrumento jacente no plano



Fonte: Oliveira; Pereira, 2022.

Conforme explicam os autores, na parte superior da tábua quadrada do instrumento (representada na cor branca), encontra-se uma circunferência graduada, dividida em quatro quadrantes, junto com uma reta que tangencia a circunferência no ponto A. A altura do Sol em

relação ao horizonte, como pode ser observada, é determinada por meio da sombra projetada pelo triângulo retângulo isósceles AEF, que está posicionado perpendicularmente à tábua. Inicialmente, é importante destacar que, para medir a altura do Sol, o instrumento deve ser posicionado de maneira que a sombra projetada pelo segmento de reta FA coincida com a reta tangente à circunferência no ponto A. Isso é essencial para garantir que o ângulo EAK seja reto (Oliveira; Pereira, 2022).

Por meio desse exemplo, constata-se que na Física, a gravidade é representada como um vetor que descreve a direção e a intensidade da força gravitacional exercida por um corpo sobre outro. Esse conceito pode ser abordado de maneira matemática, utilizando as propriedades dos vetores, como direção, módulo e sentido, para calcular a força gravitacional em diferentes contextos.

Assim, a interdisciplinaridade surge quando se explora a relação entre o vetor da gravidade, um conceito físico, e o uso de vetores em Matemática para representar grandezas que possuem direção e sentido. Essa interação permite que os alunos compreendam de forma mais aprofundada como a Matemática fornece as ferramentas para descrever e quantificar fenômenos físicos, como a gravidade, e como a Física utiliza esses conceitos matemáticos para modelar e entender o mundo ao seu redor. Dessa forma, o estudo conjunto de ambos os temas amplia o conhecimento de forma integrada, demonstrando a aplicação prática da Matemática na explicação de conceitos físicos.

Outro exemplo é o estudo, na Física, da 2ª Lei de Newton, que diz que a força que atua sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo por sua aceleração ($F = m.a$). A análise dessa lei envolve a aplicação de diversos conhecimentos matemáticos, permitindo a formulação e a resolução de problemas em dinâmicas de sistemas físicos.

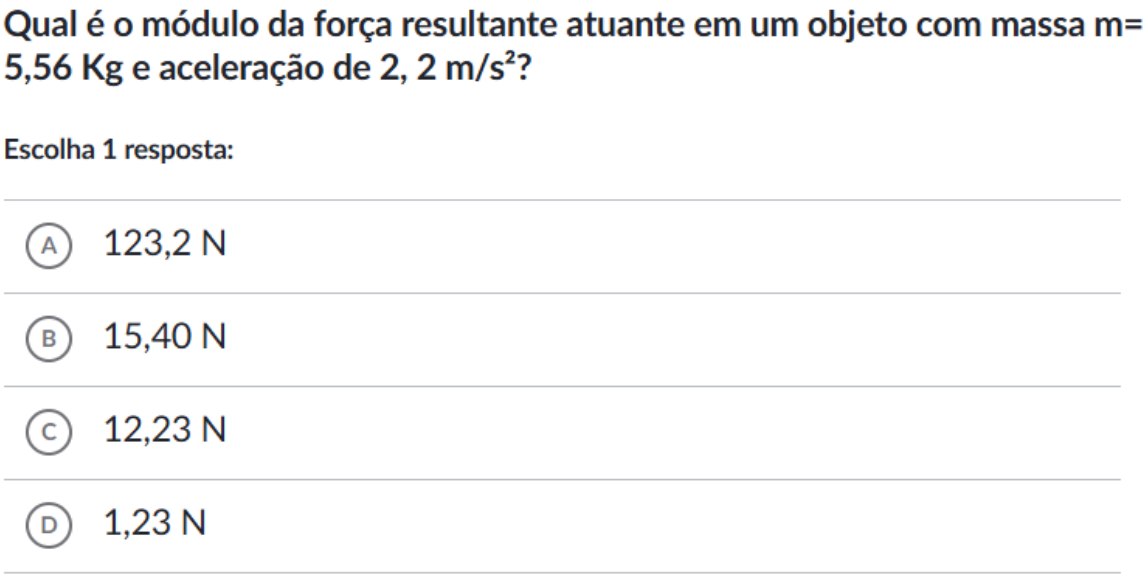
O uso da álgebra é indispensável para reorganizar a equação $F = m.a$ e determinar qualquer das variáveis desconhecidas. A partir da equação, podem ser extraídas relações úteis, como o cálculo da massa de um objeto a partir de forças conhecidas ou da aceleração resultante quando a força líquida e a massa são dadas.

Conforme a BNCC, a unidade temática de Álgebra tem como objetivo promover um tipo específico de raciocínio – o pensamento algébrico – essencial para utilizar modelos matemáticos na compreensão, representação e análise das relações quantitativas entre grandezas, assim como de situações e estruturas matemáticas, empregando letras e outros símbolos. Para alcançar esse objetivo, é fundamental que os alunos sejam capazes de identificar padrões e regularidades em sequências numéricas e não numéricas, estabelecer leis

matemáticas que expressem a interdependência entre grandezas em diferentes contextos e criar, interpretar e transitar entre diversas representações gráficas e simbólicas. Isso possibilita a resolução de problemas por meio de equações e inequações, com compreensão dos métodos aplicados. As ideias centrais associadas a essa unidade incluem equivalência, variação, interdependência e proporcionalidade. Em resumo, essa unidade temática deve priorizar o desenvolvimento de uma linguagem matemática, a formulação de generalizações, a análise da interdependência entre grandezas e a solução de problemas utilizando equações ou inequações (Brasil, 2018).

Diante dessa explicação, cite-se um exemplo de um problema físico, com aplicações dos conhecimentos matemáticos:

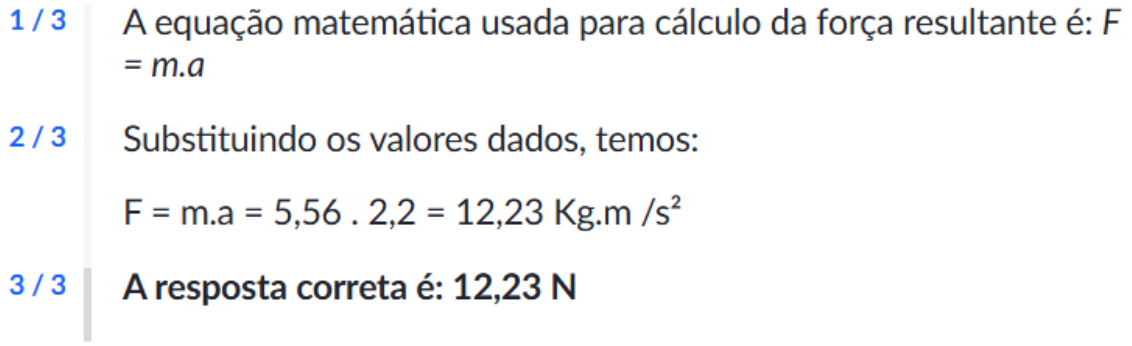
Figura 3 – Exercício sobre a Segunda Lei de Newton



Fonte: Khan Academy.

Para responder à questão, faz-se necessário o uso da equação matemática F = m.a, realizando a operação de multiplicação. Assim:

Figura 4 – Resolução da questão.



Fonte: Khan Academy.

O mesmo ocorre com diversas outras matérias da Física, que utilizam conhecimentos matemáticos, a exemplo da Mecânica, em que a Matemática é utilizada para analisar o movimento dos corpos, suas causas e consequências. A cinemática, por exemplo, aplica funções algébricas para representar o deslocamento, a velocidade e a aceleração de um objeto em função do tempo. Equações de 1º e 2º graus são essenciais para descrever o movimento retilíneo uniforme e o movimento uniformemente variado, enquanto o cálculo diferencial e integral entra em cena em casos mais avançados, como a determinação da velocidade instantânea e da posição de um corpo sob ação de forças variáveis.

Diante do exposto, observa-se que a Física, como ciência que busca compreender os fenômenos naturais, depende diretamente da Matemática como sua principal ferramenta para descrever, analisar e prever o comportamento do mundo físico. Os conceitos matemáticos fornecem os meios necessários para modelar situações reais de maneira objetiva e quantitativa, permitindo que os fenômenos sejam expressos em formas numéricas, simbólicas e gráficas.

Dessa forma, a aplicação da Matemática na Física é indispensável, pois transforma conceitos abstratos em modelos concretos capazes de explicar desde movimentos simples até as leis mais complexas do universo.

5 UTILIZAÇÃO DA MATEMÁTICA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS FÍSICOS DE VELOCIDADE MÉDIA E TAXA DE VARIAÇÃO

No cotidiano, é comum afirmarmos que a velocidade representa a rapidez ou a lentidão com que os corpos se deslocam. Esse entendimento intuitivo sobre o movimento está correto e é coerente, pois a velocidade de um corpo é definida pela razão entre a variação de sua posição e o intervalo de tempo correspondente. A depender da precisão do instrumento utilizado para medir a mudança na posição do corpo, é possível obter diferentes classificações para a velocidade (Sales, 2011).

A velocidade média é determinada pela relação entre o deslocamento realizado e o tempo necessário para completar o movimento. Para calcular a velocidade média em uma viagem entre duas cidades, é necessário conhecer a distância em linha reta que as separa, ou seja, o deslocamento. Ao analisarmos um movimento retilíneo, é importante considerar que, nesse caso, a velocidade escalar média e a velocidade média coincidem, uma vez que a distância percorrida é equivalente ao deslocamento do corpo. No movimento retilíneo uniforme, a partícula mantém uma velocidade constante. Sua principal característica é que a velocidade em qualquer instante é igual à velocidade média. Esse tipo de movimento é descrito pela equação: $x = v.t$ (Sales, 2011).

Assim, o vetor velocidade média, ou simplesmente velocidade média (Vm), é definido como a razão entre o deslocamento (Δx) de um móvel e o intervalo de tempo (Δt) necessário para realizar esse deslocamento. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a velocidade é expressa em metros por segundo (m/s). No entanto, na prática, também são utilizadas outras unidades para representar a velocidade, como quilômetros por minuto (km/minkm/minkm/min), quilômetros por segundo (km/s), metros por minuto (m/min) e metros por hora (m/h), entre outras (Feynman, 2019).

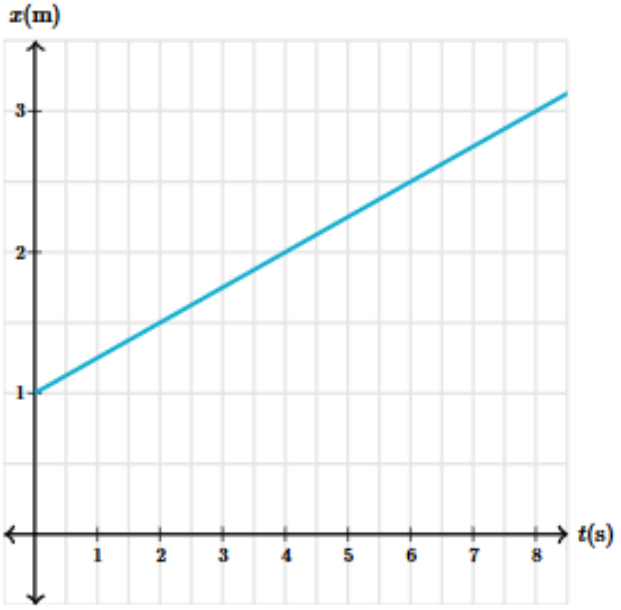
Assim, o estudo da velocidade média envolve a aplicação de diversos conhecimentos matemáticos, que permitem compreender, calcular e interpretar essa grandeza física. A definição de velocidade média requer o entendimento do conceito de proporção (comparação entre duas ou mais grandezas) para estabelecer relações quantitativas e calcular a velocidade média corretamente.

Além disso, a equação da velocidade média é expressa como: $Vm = \Delta x / \Delta t$. O uso da álgebra é fundamental para manipular essa fórmula, como isolar uma variável (deslocamento, tempo ou velocidade) de acordo com o problema, além de realizar simplificações matemáticas.

No estudo da velocidade média, gráficos de posição em função do tempo (x *versus* t) são frequentemente utilizados. O cálculo da velocidade média pode ser interpretado como a inclinação (ou coeficiente angular) da reta que conecta dois pontos no gráfico, o que exige conhecimentos de geometria analítica. Como exemplo disso, temos:

Figura 5 – Exercício de velocidade média na Física

Um cachorro está correndo em linha reta para pegar uma bola. Seu movimento é mostrado no gráfico de posição horizontal x vs tempo t a seguir.



Qual a velocidade vetorial média do cachorro de $t = 2$ s a $t = 6$ s?

Escolha 1 resposta:

A $0,40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

B $0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

C $4,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

D $-0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Fonte: Khan Academy.

Essa questão apresenta uma situação física representada por um gráfico de posição em

função do tempo, uma ferramenta amplamente utilizada na Física para analisar o movimento de objetos. A resolução do problema exige a aplicação de conhecimentos matemáticos essenciais para determinar a velocidade vetorial média. Nesta questão, os seguintes conhecimentos matemáticos são aplicados:

1. **Razão e Proporção**: O cálculo da velocidade média envolve dividir a variação de posição (Δx) pelo tempo decorrido (Δt).
2. **Leitura de Gráficos**: A interpretação correta do gráfico exige identificar valores no eixo vertical (posição x) e no eixo horizontal (tempo t)
3. **Subtração**: Determinar deslocamento e intervalo de tempo envolve realizar operações básicas, como subtrair valores.
4. **Divisão**: A razão entre deslocamento e tempo envolve uma divisão direta.
5. **Unidades de Medida**: É importante expressar o resultado em unidades padronizadas no SI, como metros por segundo (m/s).

A resolução do problema demonstra a importância da aplicação de conceitos matemáticos básicos, como proporção, leitura gráfica e operações aritméticas, para compreender fenômenos físicos, como o cálculo da velocidade média em um movimento retilíneo uniforme. Além disso, o uso do gráfico facilita a visualização e interpretação do comportamento do movimento no tempo.

Na BNCC, a leitura de dados expressos em tabelas e em gráficos de colunas simples é habilidade matemática do 1º ano do Ensino Fundamental; ainda, a coleta, classificação e representação de dados em tabelas simples e de dupla entrada e em gráficos de colunas é habilidade prevista para o 2º ano do Ensino Fundamental; para o 3º ano, prevê-se a leitura, interpretação e representação de dados em tabelas de dupla entrada e gráficos de barras, além da coleta, classificação e representação de dados referentes a variáveis categóricas, por meio de tabelas e gráficos. No 4º ano do Ensino Fundamental, a habilidade relacionada aos gráficos é prevista para indicar as medidas de temperatura em grau Celsius: construção de gráficos para indicar a variação da temperatura (mínima e máxima) medida em um dado dia ou em uma semana. Ainda, há previsão da leitura, interpretação e representação de dados em tabelas de dupla entrada, gráficos de colunas simples e agrupadas, gráficos de barras e colunas e gráficos pictóricos. Essa última habilidade é prevista para o 5º ano, inserindo-se o gráfico de linhas.

Figura 6 – Resolução do exercício de velocidade média na Físia

1 / 3

A velocidade vetorial média é um **vetor e tem uma direção e um sentido** (pode tomar valores positivos ou negativos).

A velocidade vetorial média $\bar{v}$ é a variação na posição, Δx, dividida pelo intervalo de tempo, Δt :

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Um cão começa em $x_0 = 1{,}5\,\text{m}$ em $t = 2\,\text{s}$, e termina em $x_f = 2{,}5\,\text{m}$ para $t = 6\,\text{s}$. Por isso, a velocidade vetorial média do cão é:

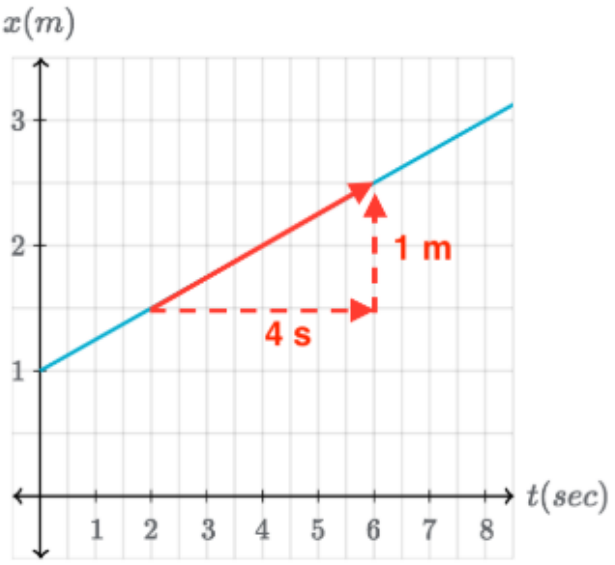
$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$= \frac{2{,}5\,\text{m} - 1{,}5\,\text{m}}{6\,\text{s} - 2\,\text{s}}$$

$$= 0{,}25\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2 / 3

Resolver usando o gráfico: A velocidade vetorial média num gráfico da posição vs. tempo é a inclinação da reta entre os dois pontos de tempo que estão sendo considerados.



A inclinação é calculada a partir do aumento, ou variação em y, dividida pela variação em t.

$$\text{inclinação} = \bar{v} = \frac{\text{variação em } y}{\text{variação em } t}$$

$$= \frac{1\,\text{m}}{4\,\text{s}}$$

$$= 0{,}25\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3 / 3

A velocidade vetorial média do cão é $0,25\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Fonte: Khan Academy.

Como visto, a resolução do problema apresentado demonstra claramente a integração de conhecimentos matemáticos no campo da Física. A determinação da velocidade vetorial média exige a aplicação de conceitos fundamentais da Matemática, como a razão entre duas grandezas e a análise gráfica. No cálculo da velocidade média, a variação de posição é dividida pelo intervalo de tempo, utilizando uma fórmula algébrica básica que é central para entender o movimento.

Além disso, a interpretação gráfica requer o entendimento da inclinação de uma reta, que corresponde à razão entre a variação vertical e a variação horizontal, outro conceito matemático essencial. Dessa forma, observa-se que a Matemática serve de base para a resolução de problemas físicos, e contribui para a compreensão das relações e padrões que regem os fenômenos do mundo real.

Outra matéria aprendida na Física que envolve conhecimentos matemáticos é a taxa de variação. A taxa de variação é um conceito importante na Física que envolve a análise de como uma grandeza muda em relação ao tempo ou a outra variável. Esse conceito está intimamente relacionado ao cálculo diferencial, uma vez que a taxa de variação é frequentemente expressa por derivadas, que são ferramentas matemáticas fundamentais para descrever mudanças em sistemas físicos.

O conceito de Taxa de Variação é essencial no estudo do cálculo, pois permite resolver diversos problemas relacionados à Física, como velocidade, aceleração, fluxo, entre outros. A seguir, serão abordados os conceitos de taxa de variação média e taxa de variação instantânea de uma função (Melo Júnior, 2011).

Para compreendermos melhor o conceito de taxa de variação média de uma função, podemos usar a ideia de velocidade média. Suponha que um objeto se desloque de um ponto A para um ponto B, e a posição que ele ocupa entre A e B varia com o tempo *t*. Assim, o deslocamento é uma função do tempo, ou seja, s(t), em que *s* representa a posição do móvel no instante *t*. Em um intervalo de tempo entre t_1 e t_2 o móvel se desloca de $s(t_1)$ até $s(t_2)$ (Melo Júnior, 2011). A razão entre esses intervalos de tempo e de posição nos fornece a velocidade média do móvel no intervalo de tempo $[t_1, t_2]$, ou seja:

Figura 7 – Velocidade Média

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{s - s_0}{t - t_0} = \frac{S(t + \Delta t) - S(t)}{\Delta t}$$

Fonte: Melo Júnior (2011).

Diante disso, é possível definir a taxa de variação média (T_m) de uma função como sendo:

Figura 8 – Taxa de variação média

$$T_m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x)-f(x_0)}{x-x_0} = \frac{f(x+\Delta x)-f(x)}{\Delta x}$$

Fonte: Melo Júnior (2011).

A fórmula da taxa de variação é um conceito matemático amplamente aplicado na Física e em outras áreas para descrever como uma grandeza muda em relação a outra. Esse conceito conecta os conhecimentos de álgebra e cálculo diferencial à resolução de problemas práticos, permitindo entender fenômenos dinâmicos do mundo real.

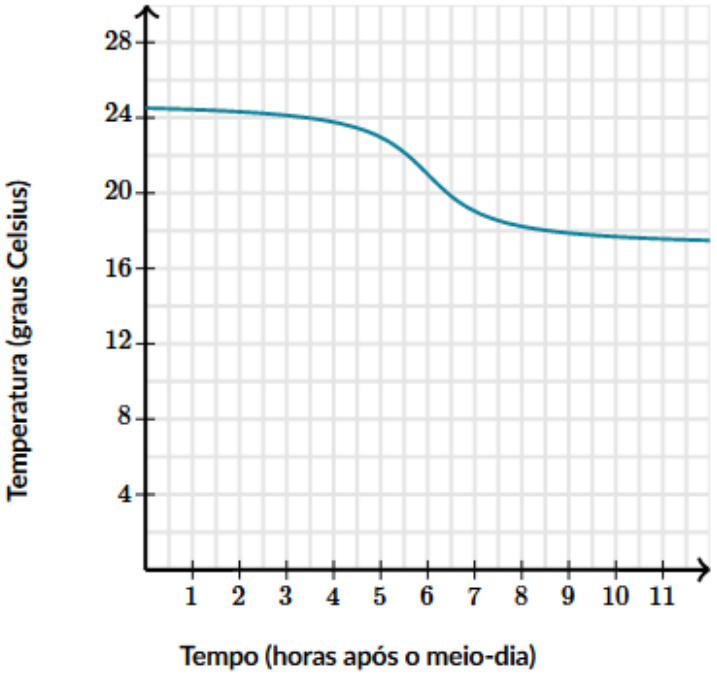
Diante do exposto, é possível observar que a aplicação matemática em problemas da Física envolvendo a taxa de variação utiliza conceitos do cálculo diferencial e integral para descrever e resolver situações que envolvem mudanças contínuas em grandezas físicas. Esses conceitos permitem traduzir fenômenos do mundo real em expressões matemáticas, facilitando sua análise e compreensão.

Com relação a aplicação dos conceitos matemáticos em exercícios da Física, mostra-se como exemplo o seguinte:

Figura 9 – Exercício sobre taxa de variação

O gráfico mostra a temperatura (em graus Celsius) de um dia em San José, na Costa Rica, em função do tempo (em horas a partir do meio-dia).

Qual é a taxa média aproximada de diminuição da temperatura entre 3:30 da tarde e 8:30 da noite?



Escolha 1 resposta:

A 0,4 grau Celsius por hora

B 0,8 grau Celsius por hora

C 1,2 grau Celsius por hora

D 1,6 grau Celsius por hora

Fonte: Khan Academy.

A resolução deste problema físico envolve conceitos matemáticos de álgebra, uma vez que deve-se utilizar a função apresentada no gráfico. Além disso, o problema posto utiliza conhecimentos de gráficos, os quais são trabalhados nas aulas de matemática, conforme já verficado na previsão da BNCC. Assim, para resolver a questão, deve-se utilizar a seguinte

linha de raciocínio:

Figura 10 – Resolução de exercício sobre taxa de variação

1 / 4 $T(t)$ representa a função mostrada no gráfico.

A pergunta pede a função T no intervalo $3{,}5 \leq t \leq 8{,}5$.

2 / 4 Para descobrir a taxa de variação média de uma função em um determinado intervalo, precisamos calcular a ***variação total no valor da função durante o intervalo*** e dividi-la pela ***duração do intervalo***. Em outras palavras, devemos efetuar o seguinte cálculo:

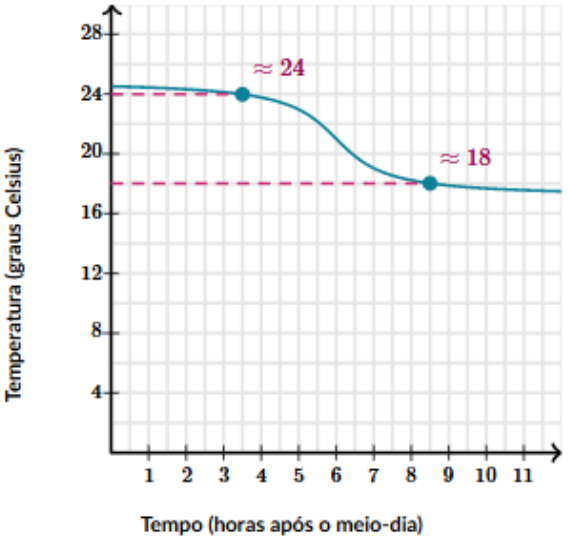
$$\frac{T(8{,}5) - T(3{,}5)}{8{,}5 - 3{,}5}$$

Tudo que precisamos saber são os valores de $T(3{,}5)$ e $T(8{,}5)$. Esses valores podem ser aproximados a partir do que vemos no gráfico.

3 / 4 De acordo com o gráfico, $T(3{,}5) \approx 24$ e $T(8{,}5) \approx 18$. Agora, podemos calcular a média:

$$\frac{T(8{,}5) - T(3{,}5)}{8{,}5 - 3{,}5} \approx \frac{18 - 24}{5} = -\frac{6}{5}$$

Chegamos a uma média negativa, mas como a pergunta é sobre a *diminuição de temperatura*, devemos dar a resposta como um número positivo.



4 / 4 **Entre as 3:30 da tarde e as 8:30 da noite, a temperatura diminuiu, em média, aproximadamente $\frac{6}{5}$ graus Celsius a cada hora.**

Fonte: Khan Academy.

Um outro exemplo de exercício de taxa de variação média que envolve conhecimentos matemáticos é o seguinte:

Figura 11 – Exercício de taxa de variação

Rafaela correu algumas voltas.

$D(n)$ representa a duração do tempo (em segundos) que ela demorou para correr sua n^a volta.

n	3	7	9
$D(n)$	85	99	110

Quando a duração da volta aumentou mais rapidamente?

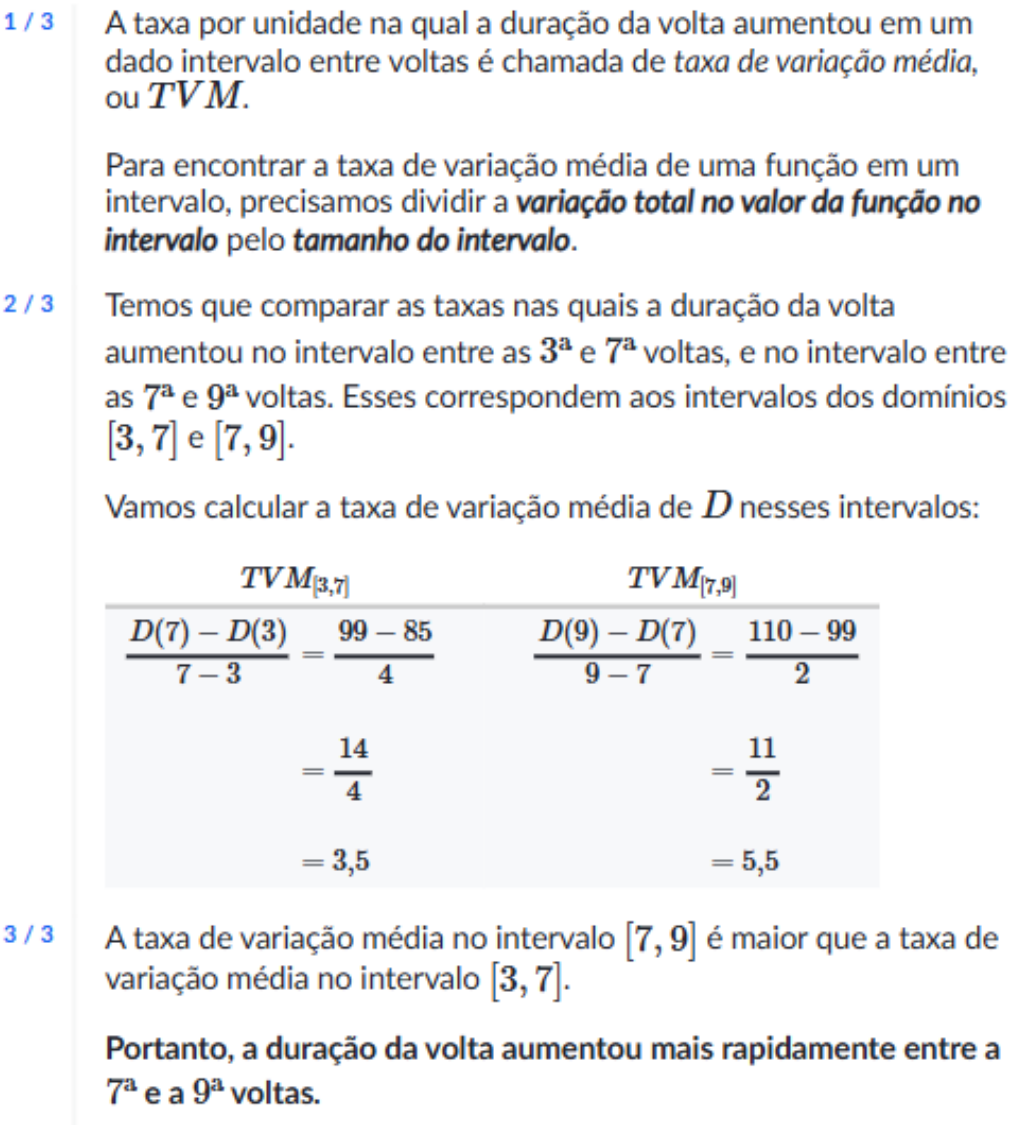
Escolha 1 resposta:

- (A) Entre a 3^a e a 7^a voltas
- (B) Entre a 7^a e a 9^a voltas
- (C) O duração da volta aumentou na mesma taxa nos dois intervalos

Fonte: Khan Academy.

Vejamos a resolução do problema:

Figura 12 – Resolução



1 / 3

A taxa por unidade na qual a duração da volta aumentou em um dado intervalo entre voltas é chamada de *taxa de variação média*, ou TVM.

Para encontrar a taxa de variação média de uma função em um intervalo, precisamos dividir a ***variação total no valor da função no intervalo*** pelo ***tamanho do intervalo***.

2 / 3

Temos que comparar as taxas nas quais a duração da volta aumentou no intervalo entre as 3^{a} e 7^{a} voltas, e no intervalo entre as 7^{a} e 9^{a} voltas. Esses correspondem aos intervalos dos domínios $[3, 7]$ e $[7, 9]$.

Vamos calcular a taxa de variação média de D nesses intervalos:

$TVM_{[3,7]}$	$TVM_{[7,9]}$
$\frac{D(7)-D(3)}{7-3} = \frac{99-85}{4}$	$\frac{D(9)-D(7)}{9-7} = \frac{110-99}{2}$
$= \frac{14}{4}$	$= \frac{11}{2}$
$= 3{,}5$	$= 5{,}5$

3 / 3

A taxa de variação média no intervalo $[7, 9]$ é maior que a taxa de variação média no intervalo $[3, 7]$.

Portanto, a duração da volta aumentou mais rapidamente entre a 7^{a} e a 9^{a} voltas.

Fonte: Khan Academy.

Pelos exercícios expostos, observa-se que a álgebra e os gráficos desempenham um papel essencial na resolução de problemas relacionados à taxa de variação, permitindo compreender e analisar mudanças em diferentes contextos. A álgebra fornece uma linguagem simbólica para representar relações matemáticas de forma generalizada, como expressar a variação de uma grandeza em relação ao tempo ou a outra variável. Por meio de equações e fórmulas, é possível calcular taxas de variação média e instantânea, como a velocidade média de um móvel ou a redução de temperatura ao longo do tempo. Essas ferramentas matemáticas são fundamentais para descrever fenômenos do mundo real e modelar situações complexas de forma precisa e prática.

Os gráficos, por sua vez, são representações visuais que complementam o uso da álgebra ao fornecer uma maneira intuitiva de interpretar dados e observar tendências. Ao analisar um gráfico, é possível identificar variações em uma função, calcular diferenças entre pontos específicos e verificar padrões de comportamento. No caso da taxa de variação, os gráficos permitem visualizar o ritmo de crescimento ou declínio de uma grandeza em função de outra variável, como tempo ou distância. Assim, a combinação de álgebra e gráficos possibilita uma abordagem integrada para resolver problemas, unindo a precisão dos cálculos matemáticos com a clareza das representações visuais.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de matemática ganha novas perspectivas e se torna mais significativo quando aliado à interdisciplinaridade, conectando os conceitos matemáticos a aplicações práticas em outras áreas do conhecimento. O uso de temas como velocidade média e taxa de variação, por exemplo, amplia a compreensão dos estudantes ao mostrar como esses conceitos são aplicáveis na física, na economia e até mesmo na biologia. Essa abordagem contextualizada permite que o aluno enxergue a matemática como uma ferramenta indispensável para entender o mundo ao seu redor, promovendo uma aprendizagem mais motivadora e engajadora.

Ao abordar temas interdisciplinares, como a análise de movimento na física ou a variação de preços na economia, os professores criam oportunidades para que os estudantes relacionem a matemática a situações do cotidiano. A taxa de variação, por exemplo, pode ser explorada na interpretação de gráficos de temperatura ou na avaliação do consumo de combustível de um veículo. Essas conexões tornam o aprendizado mais tangível e ajudam os alunos a desenvolver habilidades práticas, como a leitura de gráficos, a resolução de problemas e a interpretação de dados, competências fundamentais no século XXI.

Outro aspecto importante da interdisciplinaridade é a possibilidade de estimular o pensamento crítico e a capacidade de argumentação dos alunos. Quando os conceitos de velocidade média e taxa de variação são trabalhados de maneira integrada com outras disciplinas, os estudantes são desafiados a analisar problemas sob diferentes perspectivas. Essa prática desenvolve não apenas o raciocínio lógico, mas também a criatividade, já que os alunos precisam propor soluções que façam sentido tanto no contexto matemático quanto na aplicação prática.

Além disso, a interdisciplinaridade promove a colaboração entre professores de diferentes áreas, enriquecendo o planejamento e a execução das aulas. A união entre a matemática e a física, por exemplo, pode resultar em aulas práticas nas quais os alunos medem a velocidade de objetos em movimento e calculam a variação de suas posições ao longo do tempo. Essas atividades não apenas reforçam o entendimento dos conceitos matemáticos, mas também despertam o interesse dos alunos ao associar a teoria à prática.

A utilização de ferramentas tecnológicas, como simuladores e softwares de modelagem, é outro elemento que pode potencializar o ensino motivador por meio da interdisciplinaridade. Esses recursos permitem a visualização dinâmica de conceitos como taxa de variação, tornando o aprendizado mais interativo e acessível. Além disso, o uso da

tecnologia estimula a autonomia dos estudantes, incentivando-os a explorar os conceitos de forma independente e a aplicar o conhecimento em novos contextos.

A interdisciplinaridade também contribui para o desenvolvimento de uma visão mais ampla e integrada do conhecimento, ajudando os alunos a perceberem como as diferentes áreas do saber se complementam. Ao compreender que a matemática não está isolada, mas sim conectada a fenômenos físicos, econômicos e sociais, os estudantes desenvolvem um senso de relevância e aplicabilidade do que aprendem na sala de aula. Esse entendimento é essencial para formar cidadãos mais conscientes e preparados para lidar com os desafios do mundo contemporâneo.

Outro benefício da abordagem interdisciplinar é a possibilidade de atender a diferentes estilos de aprendizagem. Enquanto alguns alunos têm facilidade com cálculos matemáticos, outros podem se destacar na interpretação de gráficos ou na resolução de problemas práticos. Ao integrar diferentes áreas do conhecimento, o professor oferece múltiplas formas de abordagem, ampliando as chances de engajamento e sucesso de todos os estudantes, independentemente de suas preferências ou habilidades iniciais.

Em suma, explorar como a interdisciplinaridade melhora a aprendizagem na matemática, especialmente por meio de conceitos como velocidade média e taxa de variação, revela um caminho promissor para tornar o ensino mais dinâmico, inclusivo e relevante. Ao conectar a matemática a situações concretas e incentivar a colaboração entre disciplinas, os professores têm a oportunidade de transformar a sala de aula em um espaço de descoberta e desenvolvimento integral dos estudantes. Dessa forma, o aprendizado ultrapassa os limites da teoria, preparando os alunos para enfrentar questões práticas e interdisciplinares com confiança e competência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, Maria José. **História da matemática**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

BOYER, Carl Benjamim; MERZBACH, Uta C. **História da matemática**. São Paulo: Blucher, 2012.

BRANDEMBERG, João Cláudio. **Métodos históricos**: sua importância e aplicações ao ensino de matemática. São Paulo: Livraria da Física, 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília : MEC/SEF, 1998.

CHAS, Dijalmary Matos Prates. Matemática e interdisciplinaridade: um estudo sobre os materiais didáticos. **Estação Científica (UNIFAP)**, Macapá, v. 6, n. 3, p. 97-109, 2016.

COSTA, Luan Paulino da; SILVA, Lidiane Rodrigues Campêlo da. **Resolução de problemas**: perspectivas metodológicas para o ensino da matemática. Iguatu, CE: Quipá Editora, 2021.

FACHIN, Odília. **Fundamentos da Metodologia Científica**: noções básicas em pesquisa científica. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

FERREIRA, Álex de Carvalho; FERREIRA, Lúcia Gracia. O Ensino de Física e suas relações: o que dizem os licenciandos dessa área. **Revista Ciências & Ideias**, v. 12, n. 1, p. 50-68, 2021.

FEYNMAN, Richard. **Lições de física de Feynman**: a edição do novo milênio. Porto Alegre: Bookman, 2019.

GODOY, Elenilton Vieira. **Currículo, cultura e educação matemática**: uma aproximação possível l? 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

HEINECK, Renato. O ensino de física na escola e a formação de professores: reflexões e alternativas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 2, p. 226-241, 1999.

KHAN ACADEMY. **A segunda lei de Newton**. Disponível em: https://pt.khanacademy.org/science/fisica-ensino-medio/x6443ccf4d35f6b36:forcas-e-leis-de-newton/x6443ccf4d35f6b36:2-lei-de-newton/e/a-segunda-lei-de-newton-exercicio. Acesso em: 04 dez. 2024.

LIMA, Heronilza Silva; OLIVEIRA, Margareth Santoro Baptista de. Interdisciplinaridade e contextualização: a conexão entre a matemática e a física por meio da análise gráfica de funções polinomiais. ***Brazilian Journal of Development***, Curitiba, v.7, n.8, p. 81752-81772, 2021.

MASOLA, Wilson de Jesus; ALEVANTO, Norma Suely Gomes. Dificuldades de

aprendizagem matemática: algumas reflexões. **Educação Matemática Debate**, Montes Claros, v. 3, n. 7, p. 52-67, 2019.

MELO JÚNIOR, Gilvandro Correia de. **Uma abordagem sobre taxa de variação e derivada**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnológicas, 2011.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social:** Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MOREIRA, Marco Antonio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. 1-8, 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, n. 32, v. 94, p. 73-80, 2018.

OLIVEIRA, Francisco Wagner Soares; PEREIRA, Ana Carolina Costa. Interdisciplinaridade entre Matemática e Física na Licenciatura a partir do instrumento jacente no plano. **Revista Bolema**, Rio Claro (SP), v. 36, n. 73, p. 801-821, 2022.

PAIS, Luiz Carlos. **Ensinar e aprender Matemática**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2013.

PASSOS, Ana Paula; NICOT, Yuri Expósito. Interdisciplinaridade na Matemática através da Aprendizagem Significativa. ***Research, Society and Development***, v. 10, n. 9, p. 1-12, 2021.

ROSA, Cleci Werner; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 42, p. 1-12, 2007.

SACRISTÁN, José Gimeno. O que significa o currículo? In: SACRISTÁN, José Gimeno (Org.). **Saberes e incertezas sobre o currículo**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVA, Cristiane da. Origens da matemática. In: SOUSA, Alex Rodrigo dos Santos; MACHADO, Celso Pessanha; SILVA, Cristiane da; THOALDO, Daniele Cristina; SANTOS, Maria Elenice dos; OLIVEIRA, Rafaela Rodrigues. **História da matemática**. Porto Alegre: SAGAH, 2021.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação matemática crítica: a questão da democracia**. Campinas - SP: Papirus, 2001.

SOUSA, Alex Rodrigo dos Santos; MACHADO, Celso Pessanha; SILVA, Cristiane da; THOALDO, Daniele Cristina; SANTOS, Maria Elenice dos; OLIVEIRA, Rafaela Rodrigues. **História da matemática**. Porto Alegre: SAGAH, 2021.

TOMAZ, Vanessa Sena; DAVID, Maria Manuela M. S. **Interdisciplinaridade e aprendizagem da Matemática em sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.