

A RELAÇÃO ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA: UMA ABORDAGEM TEÓRICO-METODOLÓGICA

LA RELACIÓN ENTRE FÍSICA Y MATEMÁTICAS: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICO-METODOLÓGICA

THE RELATIONSHIP BETWEEN PHYSICS AND MATHEMATICS: A THEORETICAL-METHODOLOGICAL APPROACH

DOI: 10.22481/rbba.v11i02.10903

Júlio César dos Reis

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, Brasil

Id. LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9323840379315494>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9543-8715>

Endereço eletrônico: julio@uesb.edu.br

Ian Lima Santana

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, Brasil

Id. LATTES: <http://lattes.cnpq.br/6242705621816622>

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2926-0792>

Endereço eletrônico: ianlimasantana@gmail.com

Luan Santos Lemos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, Brasil

Id. LATTES: [Lattes: http://lattes.cnpq.br/9056768052086282](http://lattes.cnpq.br/9056768052086282)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2414-4191>

Endereço eletrônico: luan.santoslemos144@gmail.com

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar o ensino de Física e Matemática com embasamento teórico-metodológico e histórico a partir de materiais voltados à pesquisa da relação entre esses dois campos de estudo

Publicado sob a Licença Internacional – CC BY-NC-SA 4.0

ISSN 2316-1205	Vit. da Conquista, Bahia, Brasil / Santa Fe, Santa Fe, Argentina	Vol. 11	N. 2	Dez/2022	p. 112--135
----------------	--	---------	------	----------	-------------

(KARAM, 2007; 2009; 2015). Percebe-se que em muitos casos a Física é ensinada visando apenas a aplicação direta de “fórmulas” matemáticas, sem que o contexto real do problema, muito menos a explicação física da utilização dessas equações, sejam devidamente explicados (MOREIRA, 2017; 2021a; 2021b). Tal fenômeno leva o estudante a não entender a necessidade de estudar Física em um contexto em que eles já estudam Matemática. Por esse motivo, apresenta-se neste trabalho, com alguns exemplos e por meio de uma metodologia qualitativa, como que tais disciplinas possuem relações e como podem ser pensadas para o ensino médio, para ao menos tentar promover o processo de ensino-aprendizagem dessas matérias, que são importantes para a formação crítica e lógica dos estudantes para atuarem no mundo moderno.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino-Aprendizagem. Ensino Médio. Física. Matemática.

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo analizar la enseñanza de la Física y las Matemáticas con una base teórico-metodológica e histórica a partir de materiales destinados a investigar la relación entre estos dos campos de estudio (KARAM, 2007; 2009; 2015). Se advierte que en muchos casos la Física se enseña buscando únicamente la aplicación directa de “fórmulas” matemáticas, sin que se explique adecuadamente el contexto real del problema y mucho menos la explicación física del uso de estas ecuaciones (MOREIRA, 2017; 2021a; 2021b). Tal fenómeno lleva al estudiante a no comprender la necesidad de estudiar Física en un contexto en el que ya estudia Matemáticas. Por ello, este trabajo presenta, con algunos ejemplos y a través de una metodología cualitativa, cómo dichas materias se relacionan y cómo pueden ser pensadas para el bachillerato, para al menos tratar de promover el proceso de enseñanza-aprendizaje de estas materias, son importantes para la formación crítica y lógica de los estudiantes para actuar en el mundo moderno.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza-Aprendizaje. Escuela secundaria. Física. Matemáticas.

ABSTRACT

This article aims to analyze the teaching of Physics and Mathematics with a theoretical-methodological and historical basis based on materials intended to investigate

the relationship between these two fields of study (KARAM, 2007; 2009; 2015). It is noted that in many cases Physics is taught seeking only the direct application of mathematical "formulas", without adequately explaining the real context of the problem, much less the physical explanation of the use of these equations (MOREIRA, 2017; 2021a; 2021b). Such a phenomenon leads the student to not understand the need to study Physics in a context in which he is already studying Mathematics. For this reason, this work presents, with some examples and through a qualitative methodology, how these subjects are related and how they can be thought of for high school, to at least try to promote the teaching-learning process of these subjects, they are important for the critical and logical training of students to act in the modern world.

KEYWORDS: Teaching-Learning. High school. Physics. Mathematics.

1. INTRODUÇÃO

Quando se trata do ensino de Física e Matemática no ensino médio, é notório que o processo de ensino-aprendizagem dessas disciplinas nem sempre são tão eficientes e condizentes com a formação dos envolvidos; professores e alunos (MOREIRA, 2017; 2021a; 2021b). Entretanto, por um lado, a Física muitas vezes é caracterizada como uma disciplina difícil, e por outro a Matemática como sendo complicada, colocam em xeque o processo anteriormente referido. Ao escrever esse trabalho acredita-se que, fazer desse processo algo interessante e significativo para o professor e seus alunos promove uma coparticipação em sala de aula, estimulando-os a pensar criticamente, criativamente e cientificamente.

Conforme Karam (2007, p. 2, grifo nosso):

Física, do grego phisiké, **que significa natureza, é comumente vista como a ciência que se propõe a compreender os fenômenos naturais e descrever as leis que regem o universo. Matemática**, do grego mathema, **termo associado à ciência, conhecimento e aprendizagem, pode ser entendida como o estudo de padrões, de estruturas abstratas, do espaço, além de também ser encarada como uma linguagem.** Seria correto supor que a primeira trata do mundo real, do concreto, do empírico, enquanto que a segunda trabalha em um mundo imaginário, abstrato, constituído por objetos preexistentes e independentes do mundo empírico, como acreditava Platão? Essa distinção parece estar presente na forma como essas duas disciplinas vêm sendo abordadas no contexto escolar, porém uma análise histórica e epistemológica nos leva a discordar dessa visão reducionista e nos permite

perceber as complexas relações existentes entre o conhecimento físico e o matemático desde sua mais remota essência.

A Física tem intensa relação com a Matemática e vice-versa, isto é, ela depende inteiramente desta, que é uma potente ferramenta para comprovar e analisar suas teorias. Nas palavras de Karam e Pietrocola (2009, p. 2): “Matemática e Física estão intimamente relacionadas desde a mais remota essência do conhecimento científico e esta relação de influência mútua tem sido fundamental para o desenvolvimento de ambas”.

Todavia, no ensino médio, essa relação não é tão nítida para os alunos, uma vez que eles apenas fazem aplicações de fórmulas¹ nas questões de Física e sequer entendem o significado dessas aplicações. Nesse sentido, a problematização pode ser um caminho certo para promover situações em que os alunos (MARENGÃO, 2012), juntamente com seu professor, possa explorar e investigar problemas matemáticos provenientes da Física por meio de situações reais e lúdicas do seu cotidiano (exemplos de acontecimentos diários, jogos, etc.). Entre tais problemas, alguns que podemos citar são: resolução de uma equação de corpos em queda livre, lançamento de corpos (foguetes, bala de canhão, etc.). Nesses casos pode-se solicitar que o aluno explique cada fase de sua resolução de forma conceitual, além do teor matemático envolvido.

De certo, sabe-se que é extremamente importante ampliar os horizontes de conhecimentos dos alunos, e da experiência do professor, com métodos de ensino-aprendizagem mais significativos. Dessa forma, a exploração do raciocínio e das ideias, permite desenvolver nos alunos, e conseqüentemente no professor, a capacidade de refletir e criar maneiras de resolver e entender um problema específico e, assim, dar significação ao processo de ensino-aprendizagem, possibilitando também, diversão e interação no processo de *aprender e fazer* Ciência em sala de aula.

2. MOTIVAÇÃO E PERSPECTIVA DA PESQUISA

Sabe-se que tanto o ensino da Física quanto o da Matemática, se apresentam, muitas vezes, mecânico, baseado na memorização de fórmulas, no formalismo exagerado e equivocado de certas definições e na realização cansativa de exercícios de modo que somente buscam aplicar as fórmulas sem significado algum. Nesse sentido, é de certo que o ensino dessas duas disciplinas, nessas condições, não favorece o ensino-aprendizagem dos envolvidos.

Justifica-se, pois, a motivação para o presente trabalho, à medida que é necessário entender que o uso da Matemática na Física vai muito além de aplicar fórmulas em problemas e sim, entender cada passo da resolução de um exercício por um viés conceitual. Assim, é necessário traçar formas diferentes de metodologias, para promover um ensino que possa dar significações aos conhecimentos dos alunos, possibilitando-os a pensar criticamente em sala, tendo em vista as relações dos seus conhecimentos em Física e Matemática de uma forma mais científica e didática.

Dada a perspectiva de pesquisa, considera-se que é notório que o surgimento da Física se deu pela necessidade de explicar os acontecimentos naturais com base no entendimento do ser humano, e o da Matemática à necessidade de buscar soluções para resolver problemas do cotidiano. Essas duas descrições permitem que haja uma relação intrínseca entre essas áreas por um viés inicialmente histórico, de modo que “Uma breve incursão na História da Matemática nos mostra que vários conceitos matemáticos têm suas origens associadas a problemas genuinamente físicos” (KARAM; PIETROCOLA, 2009, p. 2). Entretanto, muitas vezes, essas duas disciplinas são trabalhadas de maneira inteiramente independentes, inviabilizando a aplicação de conceitos em problemas da Física em que só aplicam fórmulas matemáticas de uma maneira menos didática e mais mecânica.

Ao papel que tem atribuído à Matemática nos assuntos da Física, este trabalho está firmado nos estudos de Karam e Pietrocola (2009, p.3), ao qual é pertinente a seguinte citação:

É relativamente comum encontrarmos a Matemática sendo tratada como uma mera ferramenta (simples instrumento) para a Física. Não raro, depois de julgarem ter interpretado a física de um problema, professores alertam seus alunos que “agora a física acabou, a partir daqui é só matemática”. Em diversas situações, a tarefa do estudante ao resolver um problema é procurar a “fórmula correta” e aplicá-las cegamente para obter um resultado. Quando questionados sobre os motivos pelos quais uma determinada fórmula tem aquela forma específica, ou solicitados a explicarem o seu significado com suas próprias palavras, os alunos (e frequentemente também seus professores!) raramente conseguem responder satisfatoriamente a essas demandas. De uma maneira geral, defendemos que compreender o papel atribuído à Matemática nas aulas de Física é um tema de extrema relevância e ainda pouco enfatizado pela pesquisa em ensino de Ciências.

Do recorte acima, pode-se dizer que a Matemática, em muitos casos, no ensino médio, é tratada como uma simples ferramenta para resolver problemas da Física, que não lhe é dada uma devida importância no que diz respeito ao seu verdadeiro entendimento e fixa-se apenas

nas aplicações de fórmulas. Nesse sentido, deve-se ter em mente que, entender e saber como usar essa “ferramenta” no ensino da Física, dado o seu devido valor, permite mostrar que, de fato, o conhecimento relacionado tem uma certa significação e importância metodológica indispensável para a formação do aluno e para a didática do professor em sala de aula.

Dado a exposição anterior, de tal forma, quando alunos e professores forem questionados sobre o significado de uma determinada fórmula na resolução de um problema, poderá, então, saber o que explicar, uma vez que a aplicação da mesma, juntamente com os conceitos físicos relacionados, permitirá um conhecimento abstrato mais significativo, possibilitando-os a pensar ativamente nos processos de *ensinar, aprender e fazer* Ciência.

3. A RELAÇÃO ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA: EXEMPLIFICAÇÃO E CONCEITUALIZAÇÃO

Em Física, quando é proposto um problema específico para prever um fenômeno, é necessário um modelo que o possa descrever. Assim, torna-se indispensável a presença da Matemática. Supondo, por exemplo que, um objeto de massa finita (m) inicialmente em repouso, sofre uma alteração em seu estado de movimento causada pela aplicação de uma força (F), gerando uma aceleração (a) no objeto. Nesse caso, pode-se perguntar: qual a equação que descreve esse acontecimento? É aí que a Matemática entra, e a Física continua.

Na descrição anterior, sabemos fisicamente que se trata da segunda lei de Newton. Muitos alunos a nível de ensino médio, frente a esse problema em suas listas de exercíciosⁱⁱ, geralmente o encontraria assim: um objeto tem massa (m) e aceleração (a), encontre a força resultante. Assim, os estudantes substituiriam os dados da massa e da aceleração fornecidos, aplicaria inadvertidamente na versão moderna da segunda lei de Newton ($F = m \cdot a$), encontraria um mero valor numérico para a força e pronto, solução encontrada. Surgem duas questões inquietantes: que relação entre a Física e a Matemática envolvidas no problema os alunos conseguiram compreender? O que isso proporcionou para o processo de ensino-aprendizagem dos envolvidos?

Para a primeira pergunta pode-se supor que os alunos não compreenderam nenhuma relação existente em tal caso. Pois, considerando a mecanização do ensino dessas duas disciplinas no ensino médio, os estudantes são destinados a responderem listas e mais listas de exercícios com aplicações de fórmulas “macetadas”. Que, porventura, podem até auxiliar na

solução das questões, mas acredita-se que não são favoráveis à compreensão física do evento estudado, muito menos para entender o motivo da aplicação da relação matemática nele.

Para a segunda pergunta proposta, o que lhes proporcionaram foi apenas a mecanização da aplicação “cega” de “fórmulas”. Logo, essa visão mecanizada do conteúdo pode levar os estudantes a pensarem que a Física e a Matemática são a mesma coisa, ou que uma dessas ciências é subordinada a outra, o que dificultaria o estudo dessas ciências como um todo.

Essa visão equivocada da relação entre Matemática e Física também foi alvo de pesquisas realizadas por Ricardo e Freire (2007). Eles apontaram em suas pesquisas, realizadas em escolas estaduais do nível médio do Distrito Federal no ano de 2005, que 64,5% dos estudantes quando se depararam com a pergunta: “qual é a diferença entre a Física e Matemática”, muitos afirmavam não existir qualquer diferença.

Dessa forma, os discentes que não percebiam tal diferença, em geral, justificavam que é porque ambas estudam fórmulas matemáticas. Isso está de acordo com a resposta de um estudante, do terceiro ano, entrevistado por eles, ao dizer que: “Nenhuma porque tudo acaba em cálculo” (RICARDO; FREIRE, 2007, p. 255). Ou seja, essa visão mecanizada da Física, que foi comentada anteriormente, realmente pode levar o estudante a imaginar que a Física é composta apenas por números e fórmulas e não que elas são utilizadas para descrever os fenômenos da natureza.

Além disso, o que se considera ainda mais preocupante, é que mesmo entre os estudantes que afirmam existir diferenças, ela raramente é apontada pelo motivo que se acredita ser o correto. Muitas vezes a diferença que os alunos afirmam existir entre essas disciplinas, estão muito mais relacionadas a forma de aplicação de fórmulas dessas disciplinas do que o conteúdo por elas abordado. Pois dessa forma, na Matemática eles acabam estudando as fórmulas e na Física apenas as aplicam. A isso, outro estudante entrevistado por Ricardo e Freire afirmou: “A física usa muita fórmula e matemática é mais cálculos” (2007, p. 255). O que é extremamente inquietante, pois mostra que o ensino de Física, ao menos para esse aluno, foi deficitário.

Dessa forma, pode-se dizer que para responder às questões levantadas no início desta seção, de uma forma integralmente positiva, é necessário fazer uma leitura da equação que representa a lei estudada. Por exemplo, voltando à questão da segunda lei de Newton, que foi apresentada no começo da seção, pode-se realizar a seguinte leitura: a força resultante que atua num corpo, como descrito anteriormente, o faz adquirir uma aceleração. E de acordo com a lei em si, para que o estado de movimento de um corpo mude, é necessário exercer uma força sobre

ele que dependerá de sua massa. Assim, essa descrição permite entender melhor o problema. Há também, diversas outras formas de evidenciar um entendimento mais claro que permite uma maior vista disso, com experimentos e situações cotidianas simples.

Dada a descrição anterior, é válido abordar que no decorrer da história há muitos casos do surgimento de teorias matemáticas para a explicação de questões físicas, por exemplo. Nas palavras de Karam (2007, p. 3-4):

[...] também podemos encontrar na História diversos exemplos de teorias matemáticas desenvolvidas como respostas a questões formuladas pela experiência, ou seja, o mundo “real” servindo de inspiração para a Matemática. Como dissociar o surgimento do cálculo diferencial, com o conceito de derivada, da preocupação com a descrição do movimento e, mais especificamente, do conceito de velocidade? Como negar a relação entre os estudos sobre a propagação do calor e o desenvolvimento da série de Fourier? É possível pensar na história da trigonometria sem associá-la à astronomia? Temos como separar a geometria da óptica? O que dizer sobre a importância dos fenômenos físicos para o avanço do estudo sobre as equações diferenciais? Estes são apenas alguns exemplos que evidenciam a importância da Física para a Matemática [...].

No trecho acima, o autor destaca questões que evidenciam a importância da Física para a Matemática e sabemos, pois, que essa importância é mútua. Tanto a Física é importante para a Matemática quanto o contrário. Nesse sentido, a importância da segunda, ousadamente, pode-se dizer que é ainda maior para aquela. Perguntamo-nos, então: o que seria da Física sem a Matemática para modelar os fenômenos existentes no tempo e espaço? Dado o contexto histórico e desenvolvimento científico dessas ciências ao longo do tempo, pode-se dizer que seria de uma extrema limitação para o estudo dos fenômenos naturais e das descobertas universais.

Dado o exposto, este trabalho buscou-se basear em Karam (2007; 2009; 2015) que fundamenta suas pesquisas nas temáticas sobre a relação entre Física e Matemática. Segundo o autor, essa pesquisa envolve considerar três dimensões, que são elas: Estudos Históricos e Epistemológicos; Perspectiva de Aprendizagem – Cognitiva, e Perspectiva de Ensino – Didática.

Nos Estudos Históricos e Epistemológicos, a Física e a Matemática estão intensamente inter-relacionadas desde o início do conhecimento científico e essa influência importante evidencia-se nas interrogativas de Karam citadas anteriormente. Essa influência recíproca certamente exerceu um papel essencial em seus desenvolvimentos, como nos estudos dos

acontecimentos dos fenômenos naturais presentes no viver e das descobertas universais já realizadas. Conforme apontou Ataíde (2012), o vínculo da Física com a Matemática, historicamente, se tornou cada vez mais problemático em meados do século XVII e se consolidou mais fortemente a partir do século XVIII, quando o cálculo diferencial e integral passou a dar forma ao tratamento de magnitudes contínuas, e das equações diferenciais, desenvolvidas a partir das requisições da mecânica dos fluidos.

No sentido do pensamento anterior, os estudos dos casos históricos nos revelam não apenas problemas da Física que motivam a criação de conceitos matemáticos, mas também da Matemática Pura, sendo usada para derivar conclusões sobre o mundo real que nos cerca. Ainda de acordo Ataíde (2012), atualmente, um elo de constituição entre Física e Matemática parece-nos indispensável, em questão da própria necessidade do pensamento em vista de um determinado problema, e no que diz respeito “a concepção de uma teoria como sistema de princípios e conceitos cuja estrutura pode ser expressa matematicamente” (ATAÍDE, 2012, p. 39).

Na Perspectiva de Aprendizagem – Cognitiva – é fato que há muitas dificuldades dos alunos do ensino médio em relacionar os conceitos físicos com a resolução matemática de um determinado problema, ou em usar a Matemática para modelar ou resolver um problema da Física usando argumentos conceituais. Essas questões precisam seriamente serem pesquisadas, pois esses alunos precisam ter uma mente crítica e criativa na resolução de problemas, para assim terem um ensino-aprendizagem significativo. Além disso, é importante investigar como desenvolver capacidades de usar a Matemática como um instrumento integrador de raciocínio da Física, ao invés de usá-la como uma mera aplicação de fórmulas.

Às capacidades – estruturas dedutivas – de usar a Matemática como um vínculo de raciocínio da Física, para a relação entre essas duas, deve-se ter em mente que a primeira é estruturante do conhecimento gerado pela segunda (ATAÍDE, 2012). Nesse sentido, de acordo com Pinheiro, Pinho-Alves e Pietrocola (2001, p. 40, grifo nosso):

A Matemática fornece um conjunto de estruturas dedutivas, por meio das quais se expressam as leis empíricas ou os princípios teóricos da Física [...] **ela é uma forma de linguagem e ferramenta**, por meio da qual são estruturadas as relações entre os elementos constituintes de uma teoria.

Conforme evidenciado acima, os autores tratam da Matemática como uma linguagem e ferramenta. Linguagem, pois, dado o seu caráter interpretativo em um problema específico,

permite dissociar o senso comum do senso crítico/científico. Ferramenta, pois, devido ao seu potencial modelador e descritivo, é considerada como estrutura de corpo da Física. Nesse sentido, Ataíde (2012, p.45) diz que:

[...] a Matemática é a linguagem da ciência, deve-se analisá-la como expressão de nosso próprio pensamento, como a maneira de estruturarmos nossas ideias sobre o mundo físico, e não apenas como instrumento de comunicação, uma vez que, em determinados momentos, a Matemática se assemelha a uma simples descrição de objetos, como, por exemplo, quando observamos o caso da cinemática, em que a Matemática tem sua utilização semelhante à de uma mera descrição de fenômenos físicos. Entendemos, no entanto, que a semelhança não implica necessariamente em mera descrição, ou seja, existem relações mais complexas entre os dois conhecimentos.

Do trecho acima, a relação entre Matemática e Física ou vice-versa, é a mais importante possível a ser tratada em seus ensinamentos. Pois nessa relação, deve-se considerar que a Matemática tem uma estrutura interpretativa e descritiva, enquanto que a Física possui uma estrutura conceitual e experimental, constituindo, assim, uma relação intrínseca e fascinante no mundo científico. Ainda de acordo com Ataíde (2012, p. 46):

[...] a Matemática enquanto linguagem empresta sua estruturação ao pensamento científico para compor os modelos físicos sobre o mundo, e sua escolha, enquanto estruturadora da ciência, reside, entre outras coisas, nas suas características de precisão, universalidade e lógica dedutiva [...].

Nesse sentido, a Matemática enquanto linguagem da Física, busca integrar o conhecimento expresso por ela e estruturar os conceitos e leis contidos nesta.

Por fim, no que diz respeito à Perspectiva de Ensino – Didática – as atividades propostas e materiais didáticos a serem usados no ensino médio devem ser elaborados com cuidado para motivar os estudantes e dar-lhes coragem para estruturar seus pensamentos de uma forma matemática, em conjunturas físicas. Todavia, acredita-se que devido a responsabilidade do educador, em sala de aula, na aprendizagem de seus educandos, no que diz respeito a esses materiais, essa temática tem que ser efetivamente abordada em cursos de licenciatura em Física e Matemática, para que eles possam se formar com essa preocupação em mente. Além dessas questões, deve-se atribuir critérios de avaliação bem estruturados no ensino, no que se refere à relação da Física e da Matemática em atividades avaliativas.

Tais atividades podem de fato enfatizar no ensino-aprendizagem dos discentes, a devida importância da Matemática na Física. Por meio de listas de exercícios, na disciplina de Física, podem, por exemplo, em um determinado problema, solicitar que em cada parte do cálculo realizado, que o aluno escreva os conceitos físicos envolvidos e seus significados, que explique com conceitos o que está acontecendo na resolução. E não deixar que a Matemática se manifeste apenas como uma ferramenta utilizada na resolução cega de problemas da Física (ATAÍDE, 2012).

A visão ingênua descrita anteriormente, segundo Ataíde (2012, p. 48) “[...] é alimentada também pelos livros didáticos, uma vez que raramente apresentam uma exposição de conteúdo e atividades problemas que fujam do instrumentalismo da Matemática já consolidado no Ensino de Física”. Esse fato também não contribui para a aprendizagem dos alunos e evita que eles deem significações aos seus conhecimentos. Assim, considerando uma formação preparada de professores nessas áreas, eles terão capacidade de elaborar materiais que de fato enfatizem a relação entre a Física e a Matemática na aprendizagem de seus educandos.

4. ABORDAGEM HISTÓRICO-METODOLÓGICA DA RELAÇÃO ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA

4.1 Uma relação de saberes entre Física e Matemática

No ensino médio é muito comum e evidente a rotina de muitos professores, ao modo que chegam em sala expondo o conteúdo da disciplina e, em seguida, passam uma série de exercícios para os alunos resolverem. Isso, de modo contínuo, com certeza não contribui para o aprendizado de seus alunos. Nesse sentido, “Apresentar, de diferentes formas, um mesmo elemento do conteúdo programático pode ajudar o aluno a compreender o tema que está sendo estudado” (NEIDE; QUARTIERI, 2016, p. 10). Esse fato é válido, uma vez que está considerando o ensino tradicional, onde a mecanização do ensino de Matemática e Física é constantemente existente. Nesse sentido, cabe ao professor buscar diferentes formas de elaborar seu material didático além do livro didático.

Conforme Karam (2007, p.6):

Não é preciso um grande esforço para perceber que essas duas áreas vêm sendo tratadas de forma independente e que, dessa forma, nossos estudantes

não têm percebido suas inter-relações. Basta observarmos os índices dos principais livros didáticos do Ensino Médio, por exemplo, para concluir que não existe preocupação alguma com uma distribuição de conteúdos que possa conciliar os objetivos de ambas as disciplinas.

Da citação acima, concluímos que essa falta de atividades que conciliam os objetivos da Matemática e da Física é realmente preocupante uma vez que o livro didático é um material que está sempre presente no ensino médio. E nesse sentido, cabe dizer que a aplicação de conceitos e modelos matemáticos possibilita uma abordagem mais robusta e sofisticada dos fenômenos naturais, visto que a Física por si só não é capaz de prover uma análise completa de tais fenômenos. Todavia, é necessário ater-se ao fato que os conceitos matemáticos a serem aplicados e desenvolvidos não deve limitar-se, em sua completude, à mera apresentação de equações vazias de significados. Nessa perspectiva, a Matemática deve ser utilizada como uma ferramenta em favor da Física e, para além disso, os fenômenos físicos quando analisados sob as lentes da Matemática devem apresentar uma ampla relação com a realidade adjacente ao estudante.

Contudo, o professor, enquanto ser ativo na orientação da aprendizagem de seus alunos, deve elaborar ou pesquisar novos materiais didáticos que possam suprir a falta de atividades que enfoquem a relação entre Física e Matemática. De certo que tais materiais podem acabar recaindo em listas de exercícios, entretanto, sem aquele ferramental matemático mecânico de costume, baseado apenas na aplicação de fórmulas. Nesse caso, as listas podem, como mencionado no tópico anterior, refletir questões que exijam que o aluno explique cada passo de sua resolução por um viés conceitual, onde o mesmo deverá inserir conceitos cabíveis a cada fórmula, a cada variável utilizada. Considerando ainda que o aluno obteve, anteriormente, por meio de explicação do seu professor, o conhecimento necessário para realizar tal atividade.

Uma outra forma de elaborar material didático que enfoque a relação entre Física e Matemática é que, os professores dessas duas áreas dialoguem sobre como abordar nas aulas de cada um, a relação existente entre suas áreas. Desse modo, conforme o professor de Física for explicar um conteúdo específico, o mesmo pode atrelar os conceitos e leis à equação correspondente, ao invés de apenas aplicar a fórmula depois de uma breve descrição do assunto.

Todavia, o professor também deve se ater ao fato de que o estudante é o maior responsável pelo seu próprio aprendizado, ele não deve esperar simplesmente que o aluno, seguindo a sua metodologia de ensino, terá ao final do processo assimilado tudo o que foi apresentado e discutido em aula. Nesse sentido, o professor, por ter mais experiência e vivência

na sua área de atuação, deve saber que o aprendizado de algo está mais relacionado com a convivência mais íntima e contínua com aquilo que se aprende. Assim, o educador deve tentar estimular a sua turma a ser mais independente, de forma que não fique presa apenas às suas explicações em sala de aula.

O menor passo que poderia ser tomado nesse sentido seria propor leituras sobre o assunto da aula para serem feitas em casa, já que muitas vezes é recorrente o professor de Física não fazer uso do livro didático por muitas vezes este não corresponder com o plano do professor. Dessa forma, o docente resume alguns tópicos do conteúdo (expondo e explicando detalhadamente equações e definições) e apresenta junto alguns exercícios resolvidos mais básicos. Sobrando, assim, mais tempo para a discussão de problemas mais elaborados que exigem maior abstração por parte do educando junto ao educador durante a aula.

Um conceito importante que por si só já deixa bem claro uma relação de proximidade entre a Física e a Matemática é o de função, que é bastante usado já desde o ensino médio, e nesse aspecto é interessante analisar a forma como os professores de Matemática e Física abordam esse tema. Geralmente, em decorrência da grade curricular do ensino médio, o professor de Física é o primeiro a apresentar esse conteúdo para o estudante, o que é feito de forma bastante intuitiva e relacionado a um fenômeno físico (movimento).

Seguindo o exposto, a medida que se expõe alguns pré-requisitos necessários, o professor de Matemática apresenta a definição de função (fundada no rigor da teoria dos conjuntos), e daí pra frente este apresenta algumas aplicações, dando pouca, ou às vezes nenhuma, atenção para o contexto dado pelo professor de Física (por vezes, isso está associado ao tempo limitado disponível em aula). Mas, de todo modo, como já foi dito anteriormente, do ponto de vista histórico, sabemos que os conceitos físicos como velocidade, aceleração etc., também foram importantes para se chegar ao entendimento que temos hoje sobre a teoria das funções.

Esse é um dos pontos onde vemos certa falta de inter-relação entre essas duas áreas do conhecimento. Uma forma de amenizar o problema seria haver um diálogo entre os professores dessas duas áreas, como descrito anteriormente, para que possam se organizar. Talvez uma alternativa fosse, depois que o professor de Matemática apresentasse a definição de função, o de Física retornasse ao assunto para relembrar o estudante e também como forma de contextualizar, apresentando uma questão relevante como, por exemplo, a interpretação de gráficos ligados aos conceitos físicos pertinentes. O professor de Matemática pode, então, fazer

um processo inverso que, ao explicar seu conteúdo, demonstrando de forma simples as equações envolvidas, possa vincular os conceitos e leis da Física para que assim seja abordada a relação existente entre essas duas disciplinas. Esse processo pode ser denominado de modelagem matemática.

Nesse contexto, o uso de equações matemáticas deve, em sua totalidade, ser concebido como um processo construtivo e que tais relações tenham, de fato, um real significado para o discente. A construção da Matemática como uma linguagem descritiva pode ser estabelecida mediante uma situação problematizadora que esteja em consonância com a vivência cotidiana experimentada pelo estudante. Dessa forma, é possível introduzir um problema contextualizado e, a partir dessa situação, o professor poderá inserir elementos que estimulem os alunos a resolver o problema com o qual se deparam, de modo dialógico e interacional.

A modelagem matemática, concebida como um processo construtivo, permite que o professor insira aspectos que tenham relação com outras áreas do saber, de modo a promover a interdisciplinaridade e estimular a consciência crítica dos alunos acerca da realidade. Dessa forma, é possível que o estudante enxergue a Física como um produto cultural proveniente das relações humanas e que essa área do conhecimento é motivada por dúvidas e estas, por sua vez, fomentam o progresso no âmbito científico. Nesse contexto, Almeida (2004, p.96) argumenta que:

Numa perspectiva de mediação cultural, as finalidades para se ensinar ciência podem assumir um espectro bastante abrangente, podendo-se esperar desse ensino que ele possibilite ao estudante, entre outros objetivos: a internalização de conceitos e leis previamente selecionados; o reconhecimento das condições sociais em que determinadas leis da natureza e certos conceitos foram produzidos, bem como o entendimento de suas influências sobre a sociedade; a compreensão de modos de produção da ciência; a possibilidade de crítica em relação a aplicações e implicações sociais da instituição científica; a aquisição de habilidades e atitudes pertinentes ao fazer científico; o incremento da auto-estima pela inserção em questões próprias do seu tempo. Evidentemente, esses e outros possíveis objetivos não são mutuamente excludentes.

Em um contexto mais abrangente, é necessário que o professor considere a relevância da Física e da Matemática para a análise dos fenômenos naturais. É necessário atentar-se ao fato de que o professor, de forma não-intencional, ao inserir conceitos e equações matemáticas para descrever tais fenômenos, sobreponha o caráter matemático e relegue os aspectos físicos. Em termos equivalentes, isso implica dizer que a introdução dos modelos matemáticos, se

aplicada de maneira equivocada, pode dar ênfase a uma mera análise quantitativa em detrimento de uma análise quanti-qualitativa. Esta última, por sua vez, permite uma análise mais completa dos fenômenos se pode ser promovida mediante a aplicação de alguns métodos didáticos e materiais alternativos, conforme relata Hawking (2018, p. 228):

[...] A maioria das pessoas responde a uma compreensão qualitativa, e não quantitativa, sem a necessidade de equações complicadas. Livros de divulgação científica e artigos sobre ciência também ajudam a explicar ideias sobre o modo como vivemos. Entretanto, apenas uma pequena parcela da população lê até mesmo o best-seller do momento. Documentários e filmes de ciência atingem um público imenso, mas não passam de comunicação de mão única.

Dada a descrição anterior, podemos dizer que o professor de Física e o de Matemática devem andar juntos no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem de seus alunos, da mesma forma que existe a relação mútua entre essas duas disciplinas. Conforme Pietrocola *et al.*, (2016, p. 32, grifo nosso):

A **matemática** é fundamental para a descrição de leis físicas, uma vez que suas regras claras e bem definidas permitem que ela seja **uma linguagem universal para a Ciência**. Uma das grandes vantagens na formulação de leis é a possibilidade de prever o comportamento da natureza.

Considerando o trabalho de ensino conjunto dos professores de Física e de Matemática, no que diz respeito à relação entre essas disciplinas, e o fato da segunda ser uma linguagem universal para a Ciência, podemos dizer que certamente os alunos compreenderão essa relação de uma forma ímpar, dando uma maior significação aos seus conhecimentos.

Ainda conforme Pietrocola (2002, p. 110-111):

Se a matemática é a linguagem que permite ao cientista estruturar seu pensamento para apreender o mundo, o ensino de ciências deve propiciar meios para que os estudantes adquiram esta habilidade. [...] não se trata apenas de saber Matemática para poder operar as teorias físicas que representam a realidade, mas saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática.

Dado essa exposição, faz-se realmente necessário pensar e elaborar diferentes formas e materiais didáticos que promovam o entendimento da relação entre Física e Matemática na sala de aula. Dessa forma, é necessário a elaboração de atividades que integrem o conhecimento

construído pelas duas disciplinas, de forma a constituir uma relação entre saberes e, para além disso, promova a consciência crítica dos estudantes perante a sua realidade.

4.2 PONTO DE VISTA HISTÓRICO DA RELAÇÃO ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA

Do ponto de vista histórico podemos atribuir uma “matematização” das ciências (LE MOS *et al.*, 2022), ou seja, a introdução dos métodos e do rigor matemáticos na Filosofia Natural (em especial na Física) à Galileu Galilei, René Descartes e Isaac Newton (claro que não foram os únicos, pode-se destacar também Kepler, Christiaan Huygens, entre outros), foram eles alguns dos primeiros estudiosos a conceber os princípios, as leis, as definições, etc., com base na estrutura algébrico-analítica que conhecemos hoje.

Sobre o processo de Matematização, Lemos *et al.* (2022, p. 9) afirmam que se caracteriza como:

[...] a utilização do modelo metodológico característico da Matemática, para se tornar o guia norteador na condução e aquisição de novos resultados e descobertas nas Ciências Naturais. Não apenas isso, esse modelo servirá de aporte para fornecer uma base sólida e segura, com a qual a Nova Ciência poderá se desenvolver, tomando para si algumas das características metodológicas de acordo com a conveniência.

Galileu, no ínterim da Nova Ciência, a Astronomia, afirmava categoricamente que a Matemática era a linguagem mais adequada para uma plena descrição do universo, e ele não hesitou em usá-la em seus trabalhos, nos dando, assim, o prelúdio necessário que iria transformar a Física, também, em uma Nova Ciência, tirando-a da condição subordinada a que se encontrava naquele período histórico. Não obstante, Descartes e Newton não negligenciaram a mensagem deixada por Galileu e prosseguiram com profundas reformas do conhecimento deixado, sobretudo pelos antigos gregos.

Ainda referente ao termo “matematização” Treffers e Goffree o conceituam como segue: “Uma atividade de organização e estruturação por meio da qual se adquire conhecimentos e habilidades para descobrir regularidades, conexões, e estruturas ainda desconhecidas” (TREFFERS; GOFFREE, 1985, p. 100, tradução livre). Tal descrição está completamente de acordo com a relação entre Física e Matemática pois, para certos mecanismos matemáticos deve-se ter uma estruturação física/conceitual para modelar o caso em estudo, e

para os conceitos físicos dos mais rebuscados aos mais simples, deve-se ter uma estruturação matemática das variáveis presentes no caso considerado. Filósofos como Galileu, Descartes, Newton, entre outros, balizaram seus estudos e descobertas a partir dessas concepções.

O objeto inicial que recebeu grande atenção por parte desses filósofos naturais foi a Mecânica aristotélica que em muitos sentidos não correspondia com aquilo que seria de se esperar para explicar adequadamente os fenômenos naturais. Precisava-se, naquele momento, de uma reformulação geral em todo o corpo da teoria da dinâmica, e isso começou com Galileu que já não mais aceitava todos os aspectos da teoria de Aristóteles. Isso fica evidente quando ele propõe a sua lei da queda livre, conhecido por muito tempo como o teorema de Galileu, que pode ser expresso como $v^2 = 2gh$, ou ainda, $S = \frac{1}{2}gt^2$ essa expressão, além de romper com os pressupostos de Aristóteles, é um dos primeiros expoentes da nova feição que a Física tomaria a partir de Galileu. Nesse sentido, Amorim (2013, p.1) destaca:

[...] O pai da Física moderna, o italiano Galileu Galilei (1564-1642), soube somar a observação, a experimentação e os cálculos matemáticos para abordar os fenômenos da natureza. Sua metodologia pressupõe traduzir a natureza por meio da linguagem matemática na medida em que se poderia calcular a regularidade com que ocorrem as transformações no mundo físico. Obviamente há um princípio aí subentendido de que a natureza funcionaria como se fosse um relógio, passível de ser quantificável, visão que continuou a fazer sucesso, vide seu colega inglês Isaac Newton (1642-1727), que em seus estudos manteve essa visão “matematizada” do mundo [...].

Descartes e Newton tinham em mente a necessidade juntar todos os pontos soltos e formar uma nova teoria concisa e que fosse condizente com a realidade física do mundo. Talvez Isaac Newton, mais do que Descartes, tomou para si próprio essa tarefa de construir toda uma nova base para a sua Mecânica. Partindo de conceitos fundamentais, como definição precisa de massa, velocidade, aceleração, força, momento, etc., grandezas essas que tem parte de sua existência associada ao conceito matemático de número, e de todo modo, esse é um dos conceitos mais fundamentais que exerce forte influência em muitas áreas do conhecimento.

A título de exemplo, podemos pensar o quão difícil era para os antigos gregos associar a velocidade de um corpo a um número, um valor quantificado e exato, mais ao invés disso, era comum atribuir-lhes qualidades como “aquele objeto se move com maior (ou menor) rapidez em relação a aquele”, boa parte disso se deve aos escassos meios para medir o tempo ou medir

a distância percorrida por um móvel em movimento, então não poderiam mensurar precisamente a velocidade, tão pouco associá-la a uma quantidade definida.

Analogamente, sabe-se que qualquer conceito mais avançado em Matemática passa em última análise pela ideia de número. Essa visão poderia ser questionada por alguns estudiosos da área, os quais defendem que existem noções matemáticas que não dependem da ideia de número para existirem, por exemplo, a noção abstrata de grupo. Sim, e de fato, não se trata de uma negação disso, trata-se apenas de reafirmar a ideia de que mesmo que existam, em linhas gerais, campos variados na matemática que estudam objetos que estão além do escopo de número, como é o caso da geometria, não é preciso excluir a concepção de quantidade do estudo da geometria e esse princípio não se restringe somente a essa área, isto é, em termos mais gerais, é muito difícil ou quase impossível encontrar na Matemática campos de estudo em que se dispensa completamente a utilidade e a noção de número.

Na verdade, se for mais longe, pode-se dividir o sentido (significado) de todas as grandezas físicas em duas partes. Primeiramente, o seu sentido físico (por exemplo, qual o significado de dizer velocidade de um corpo para a Física) e posteriormente o seu sentido matemático (ideia de “equivalência” de uma grandeza Física com uma entidade matemática).

É com base nessa “equivalência” entre as grandezas físicas e os números que podemos criar equações (objeto matemático) diversas com as várias grandezas físicas, com cada uma dessas equações possuindo seu significado. Logo, podemos fazer interpretações e tirar conclusões pertinentes para a nossa análise do problema, isto sendo feito tanto do ponto de vista matemático, quanto do físico. Assim, é um descuido achar que a Matemática e a Física são áreas separadas, com algumas poucas ligações entre si, ao contrário, temos na verdade uma relação de proximidade muito visível entre elas, pois ao resolver um problema físico, precisa-se levar em conta tanto princípios matemáticos (algébricos, analíticos, geométricos, etc.), como também é indispensável levar em conta as condições e os princípios físicos, pertencentes a alguma teoria particular. A combinação dessas habilidades leva os físicos a resolverem os problemas de seu campo de estudo.

Entretanto, quando se fala em construções de Leis e Princípios, que é obviamente uma questão mais complexa e profunda, deve-se ater a outros requisitos necessários, um deles é a experimentação. Podemos pegar um exemplo (considerando apenas as ideias da Mecânica Clássica), para discutirmos e deixar mais claro ao caro leitor essa noção de interpretação de uma equação física, a segunda lei de Newton, na atualidade muitas vezes escrita como: $F_R =$

$\frac{dp}{dt} = \frac{d(mv)}{dt} = \frac{mdv}{dt} = m \cdot a$, descreve o estado de movimento de uma partícula no espaço, se limitando nesse exemplo a considerar que a resultante das forças seja constante, (não varia no tempo) e considerar apenas o módulo das grandezas vetoriais. Então, o que queremos é saber como podemos interpretar fisicamente e matematicamente o movimento de um corpo com base nesta lei.

Tal situação pode ser descrita como segue: se uma partícula de massa m se move em relação a um referencial inercial, podemos concluir, sem muitas dificuldades, que, $v \neq 0$ (condição necessária, já que a partícula está em movimento). Nesse caso, a velocidade pode estar variando ou pode ser um valor constante, então, impondo algumas condições matemáticas temos, como seguem:

- I.** Se $v = \text{constante}$ (condição matemática) então $F_R = 0$ (força resultante é nula) a partícula está em movimento uniforme (condição física), como concluimos isso? (Vem como consequência da teoria física);
- II.** Se v é variável, podendo ser uma função do tempo (condição matemática), então $F_R \neq 0$ “Existe uma força, não nula, atuando na partícula” (condição Física);
- III.** Agora pode-se impor $a = 0$ como informação adicional (condição matemática), assim: $F_R = m \cdot 0 = 0$ (consequência matemática) implica em “a partícula está em Movimento Retilíneo Uniforme – MRU” (condição física).

Então, não deveríamos nos surpreender que a utilização contínua das técnicas matemáticas pela Física seja algo tão comum, já que desde seus fundamentos as grandezas físicas estão inextricavelmente ligadas às entidades matemáticas. De forma que a utilização sistemática de procedimentos matemáticos na Física é um processo natural, mesmo que isso tenha demorado muitos séculos para ser de fato posto em prática pelos estudiosos da área.

Considerando agora um outro exemplo que tenta expor mais alguns esclarecimentos e reforça a nossa posição sobre essa questão, da seguinte forma: uma grandeza física pode se associar com a ideia de número, como já vimos. Números podem se relacionar por meio de regras bem definidas (criando funções), do ponto de vista geométrico, funções podem representar curvas em um sistema de coordenadas (o Sistema Cartesiano, por exemplo), dessas e outras considerações podemos calcular taxas de variações, áreas, e por aí segue, um quantidade enorme de outros tipos de procedimentos matemáticos dos mais variados, e se todos

eles são válidos para números, pela “equivalência” entre números e grandezas, podemos transpor todos esses métodos aplicados à números também às grandezas físicas.

Assim, todas as possibilidades que podemos realizar com números em problemas matemáticos “puros”, podemos também levá-los para a Física, e vice-versa, e aplicá-los aos seus problemas. Essa relação de mútua colaboração entre as ciências Matemática e Física tem provado ser da maior importância para o desenvolvimento da Ciência como um todo. Nesse sentido, também não se pode ignorar a colaboração da Física com outras áreas do conhecimento, como a Química, já que muitas das ideias desta corroboram para um desenvolvimento de teorias da Física, um exemplo clássico é a Termodinâmica, uma teoria que aproxima muito essas duas ciências.

No entanto, é bem verdade que a noção matemática de quantidade não é a única que se faz necessária em Física, tão logo quando se depara com o estudo dessa Ciência. A isso, já se faz presente o conceito de vetor, em que se trata de uma entidade matemática que está relacionada com a ideia de número, mas não só isso, esse conceito sozinho já não é mais suficiente. Um vetor para estar bem definido não basta apenas apresentar o seu módulo (valor numérico que representa o “tamanho” desse objeto), é indispensável também para descrevê-lo completamente ter em mãos as suas propriedades espaciais (direção e sentido), de modo que a noção de vetor perpassa por três componentes fundamentais da Matemática (quantidade, estrutura e espaço) e esses objetos encaminham os estudos físicos a ter novos laços com a Matemática.

Então, de certo modo, pode-se dizer que a relação entre a Física e a Matemática passa, em grande medida, pela necessidade. Os físicos precisam de exatidão e teoria em sua análise e descrição dos fenômenos da natureza e provas incontestáveis às quais todos podem concluir a verdade mediante ao uso da abstração lógica, e quem mais poderia dar a eles mais segurança do que a Matemática?

Os físicos sempre procuram na Matemática ferramentas e métodos que sejam convenientes para resolver seus problemas, ou às vezes, quando não encontram o que precisam eles mesmos criam o que ainda não existe pronto na Matemática, um exemplo claro disso, foi à própria criação do cálculo infinitesimal por Newton no século XVIIⁱⁱⁱ. Precisava-se de um método geral para lidar com os problemas da época, problemas esses tanto de natureza física quanto matemática, e a necessidade que emergiu dos estudos (sobre o movimento, gravidade,

etc.) de Newton o levou a criação/descoberta do cálculo que foi o maior dos ganhos para a Matemática e Física desde os tempos antigos.

De toda forma, não seria injusto afirmar que a Matemática e a Física estão sujeitas em seus fundamentos a uma mesma base lógica, a mesma lógica que guia a intuição de um matemático na criação de conceitos ou propriedades matemáticas. A exemplo, as leis da Álgebra (princípio da igualdade ou balanceamento entre os dois lados de uma equação, lei do cancelamento, etc.), faz os físicos seguirem a mesma intuição. Assim, usando a mesma intuição que leva a essas regras na Matemática, também leva esses princípios à Física impondo a todas as equações desta a estarem sujeitas a essas mesmas regras e nos certifica de que essa intuição é justa e indistintamente válida quando se obtém os mais aclamados benefícios da união entre os estudos teóricos e práticos, que mostra que se algum fundamento teórico estivesse errado, não ter-se-ia, em consequência, nenhum resultado prático.

Talvez, perguntar o porquê das leis da natureza se encaixam tão bem com os padrões e as leis da Matemática venha a ser a pergunta mais fundamental. Assim como Einstein (1921, p. 1) certa vez disse: “Aqui surge um enigma que perturbou fortemente os pesquisadores de todos os tempos. O que faz com que a matemática, que é um produto do pensamento humano e independente de toda experiência, se adapte de forma tão admirável aos objetos da realidade?” Ao considerar a Matemática como uma Ciência ou ferramenta/linguagem universal do ser humano, talvez seja possível uma resposta considerável a tal questionamento de Einstein, o que mostra também uma relação ampla da Matemática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É um grande desafio ensinar Física e Matemática de modo a mostrar a interdependência entre essas duas ciências e, ao mesmo tempo, que elas são distintas e que o modo que tratam o mundo é extremamente diferente, mas que elas possuem uma relação fundamental. Isso, conforme comentado no corpo do artigo, pode-se dever a correlação histórica entre essas duas ciências aliado a um ensino de Física extremamente pautado no uso de “fórmulas”. Com isso, o estudante acaba imaginando que uma dessas ciências é uma mera ferramenta da outra, ou que uma se atem as explicações dos cálculos enquanto a outra meramente aplica as “fórmulas”.

O fato mencionado pode levar o estudante a automaticamente não gostar de uma dessas disciplinas ou a gostar, mas pelo motivo que aparentemente não seja o mais significativo. Pois

quando entram no ensino médio, muitos estudantes tendem a não gostar de Física, por já não gostarem de Matemática. E muitos passam a gostar de Física, por verem ela como uma segunda disciplina de Matemática na semana.

Tal descrição é preocupante pois mesmo que a Física dependa muitas vezes da Matemática, a interpretação crítica ao analisar o mundo é indispensável. No momento em que é ensinado a parte teórica é interessante relacionar os acontecimentos estudados com eventos cotidianos do estudante para mostrar que a Física está presente em todos os lugares, não apenas nas páginas dos livros. Da mesma forma, ao apresentar o cálculo deve-se explicar o que uma determinada equação quer dizer fisicamente, muito mais do que gerar uma forma de memorização de “fórmulas”.

Portanto, percebemos que o ensino de ciências como Física e Matemática precisam ser repensados. Principalmente no que diz respeito a Física, percebemos que o ensino teórico está deficitário, o que pode levar os estudantes a achar a disciplina maçante e distante da realidade. Enquanto que a Matemática e a Física são disciplinas importantíssimas, mesmo para os que não pretendem seguir áreas afins, para desenvolver a análise crítica do mundo, com base no emprego do raciocínio lógico, é necessário um saber da relação entre elas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J. P. M. **Discursos da Ciência e da Escola: Ideologia e Leituras Possíveis**. Campinas: Mercado das letras, 2004.

AMORIM, M. A. R. A “matematização da natureza”. **Revista Educação Pública**, v. 13, n. 46, p. 1-2, 2013. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/13/46/a-lidquomatimizaccedilatildeo-da-naturezardquo>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

ATAÍDE, A. R. P. **O PAPEL DA MATEMÁTICA NA COMPREENSÃO DE CONCEITOS E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE TERMODINÂMICA**. Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física. Universidade Estadual de Feira de Santana, 181 f. 2012.

EINSTEIN, A. **Geometria e experiência**. 1921. Disponível em: <https://www.ime.usp.br/~pleite/pub/artigos/einstein/geometria_e_experiencia.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2021.

HAWKING, S. **Breve Respostas Para Grandes Questões**. 1. ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2018.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. A. Discussão das relações entre Matemática e Física no ensino de Relatividade Restrita: um estudo de caso. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 7., Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRAPEC, 2009.

KARAM, R. A. S. Matemática como estruturante e Física como motivação: uma análise de concepções sobre as relações entre matemática e física. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 6., Florianópolis. Anais... Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

KARAM, R. A. S. Introdução da questão temática na interação da física e da matemática. *Sci. & Educ.*, 24, p. 487-494, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11191-015-9763-9>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

MARENGÃO, L. S. L. **Os três momentos pedagógicos e a elaboração de problemas de física pelos estudantes**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Goiânia. Universidade Federal de Goiás, 82 f. 2012. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/561>>. Acesso em: 17 ago. 2021.

LEMONS, L. S. *et al.* SOBRE A MATEMATIZAÇÃO DA NATUREZA: O PENSAMENTO UNIFICADOR QUE PERMEOU TODOS OS RAMOS DA FÍSICA. *In: JORNADA CIENTÍFICA DO IFRJ CAMPUS VOLTA REDONDA*, 12., Volta Redonda. Anais... Volta Redonda: IFRJ, 2021.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da Física na educação contemporânea. *Revista do Professor de Física*, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, n. Suppl 1, e20200451, 2021a. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>>. Acessado em: 27 ago. 2021.

MOREIRA, M. A. Ensino de Ciências: críticas e desafios. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 2, p. 1-10, 2021b. Disponível em: <<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/910>>. Acessado em: 02 out. 2021.

NEIDE, Í. G.; QUARTIERI, M. T. Recursos tecnológicos nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática e da Física. *In: DULLIUS, M. M.; QUARTIERI, M. T. (orgs.). Aproximando a Matemática e a Física por meio de recursos tecnológicos: Ensino Médio*. Lajeado: Editora da Univates, 2016.

PIETROCOLA, M. A. Matemática como estruturante do conhecimento físico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9297>>. Acesso em: 01 nov. 2020.

PIETROCOLA, M. A.; *et al.* **Física em contextos**. 1. ed. (Coleção Física em contextos). São Paulo: Editora do Brasil, 2016.

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

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172007000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 nov. 2020.

TREFFERS, A.; GOFFREE, F. Rational analysis of realistic mathematics education: the Wiskobas program. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE FOR THE PSYCHOLOGY OF MATHEMATICS EDUCATION*, 9., 1985, Utrecht. Proceedings... Utrecht: Utrecht University, 1985. v. 2. p. 97-121.

Notas

ⁱ Em tal caso, é usada essa designação pois é comumente mais usual no ensino médio, uma vez que a denominação mais cabível seria equações.

ⁱⁱ Em tal caso, na lista de exercícios são agregados valores numéricos para (m) e (a) .

ⁱⁱⁱ Importante ressaltar que é atribuído a Gottfried Wilhelm Leibniz também como um dos descobridores do cálculo infinitesimal.