

A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE FUNÇÕES E CINEMÁTICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Interdisciplinarity in the teaching of functions and kinematics: an experience report of a didactic sequence

Álison Pereira da Silva¹

Resumo: Objetivou-se dialogar de maneira interdisciplinar sobre a empregabilidade da linguagem matemática (funções) como suporte para descrição de fenômenos da natureza no campo da Cinemática, tendo como base a relação entre as ciências Física e Matemática. A metodologia utilizada foi referente à aplicação de uma sequência didática interdisciplinar, por meio de diálogos, investigação, socialização e resoluções de problemas. Além disso, os problemas foram contextualizados e criativos, com a finalidade de incentivar a discussão e buscar respostas, favorecendo a atenção e autonomia dos alunos. Esta pesquisa pode proporcionar uma base construtiva do conhecimento científico por intermédio do diálogo de conteúdos de funções dentro do campo da cinemática. A aplicação didática foi constituída de forma dinâmica, aberta à participação ativa dos estudantes, partindo de situações da realidade, a fim de fornecer subsídios e significados no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Física/Matemática; Interdisciplinaridade; Resoluções de problemas; Funções; Cinemática.

Abstract: *The objective was to engage in an interdisciplinary dialogue about the use of mathematical language (functions) as a tool for describing natural phenomena in the field of kinematics, based on the relationship between the sciences of physics and mathematics. The methodology used was the application of an interdisciplinary didactic sequence through dialogues, investigation, socialization and problem solving. In addition, the problems were contextualized and creative, with the aim of encouraging discussion and the search for answers that favored the students' attention and autonomy. This research aims to provide a constructive basis for scientific knowledge, by means of a dialogue on the content of functions within the field of kinematics. The didactic application was carried out in a dynamic way, open to the active participation of the students, starting from real-life*

¹ Mestre em Física pela UFCG. Email: alisonpereira.silva@outlook.com

situations, in order to provide subsidies and meanings in the process of teaching and learning.

Keywords: *Physics/Mathematics: Interdisciplinarity: Problem solving: Functions; Kinematics.*

1. Introdução

No cenário da área de Ciências Exatas, o uso da Física, bem como da Matemática tem se tornado essencial na descrição de situações da realidade, as quais requerem uma comprovação ou explicação de como elas se comportam ou se fundamentam. Neste contexto, ressalta-se a importante relação existente, de forma concreta, interativa e tal como dialogada, perante o campo científico entre a Física e a Matemática, no fato de explicar situações eventuais, mediante fenômenos físicos presentes no universo, além de transformações naturais no dia a dia, por meio de códigos, gráficos e como também aplicações dedutivas, promovendo uma inseparabilidade entre as ciências da área Física e da Matemática.

Na visão de Pietrocola (2008), a Matemática é uma ciência que favorece a estruturação científica, tendo a função de promover técnicas e habilidades estruturantes do pensamento científico. Assim, é por meio desta que áreas das Ciências da Natureza podem ser explicadas, em especial ao cenário da Física, oferecendo características com muita precisão nos fatos, uma interação lógica dedutiva, diante da possibilidade de estimar resultados, além de uma universalidade entre o campo científico. Diante disto, a problemática desta pesquisa está vinculada na seguinte questão: “Qual o papel da linguagem matemática (funções) na área da cinemática no campo da Física?”.

A linguagem matemática pode ajudar a compreender muitos aspectos do universo, uma vez que ela está inserida em outras áreas, especialmente na Física. Assim sendo, a Matemática pode ser usada para compreender, explicar, descrever e prever aspectos do mundo real. A linguagem matemática, portanto, é aplicada em diversos problemas do cotidiano. Isto posto, é crucial que os estudantes se apercebam disso e sejam capazes de descrever e analisar alguns fenômenos reais, utilizando a Matemática, sendo relevante que eles aprendam conceitos matemáticos novos e que fortaleçam seu embasamento teórico ao longo do caminho.

O foco central deste estudo foi analisar, a partir de uma sequência didática interdisciplinar, a empregabilidade da linguagem matemática (funções) como suporte para descrição de fenômenos da natureza no campo da Cinemática, tendo como base a relação entre as ciências Física e Matemática. Também, pode-se discutir os fundamentos teóricos-metodológicos da Interdisciplinaridade e Resolução de Problemas como metodologias de ensino para interligar as duas áreas do conhecimento, Física e Matemática.

A partir disso, a metodologia utilizada trata-se de uma análise de dinâmica social-letiva. Sendo realizado todo um planejamento e aplicação de um conjunto de aulas voltadas para o público alvo destinado, o qual foi uma turma de 1ª Série do Ensino Médio.

Nesse cenário, além da própria interdisciplinaridade, podem ser trabalhadas situações-problemas, partindo da realidade dos alunos mediante a noção de funções, servindo de alicerce e solidificação para o campo da Cinemática. A sequência didática caracterizou-se com atividades de autonomia, interações, resolução de problemas, manipulação e coleta de dados e variáveis, além da própria fixação de conceitos.

2. Revisão de literatura

2.1. O Ensino de funções

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), o ensino de funções na Educação Básica tem início a partir dos anos finais do Ensino Fundamental. A abordagem para o ensino de funções é estruturada, de acordo com Mattos, Rosa e Giraldo (2010), como motivação, uma vez que são apresentados alguns problemas da “vida diária”, em que se procuram identificar relações de dependência entre grandezas. Em seguida, o conceito de função é apresentado abstratamente, como um tipo especial de relação entre elementos de dois conjuntos, que satisfaz a condição de associar a cada elemento do primeiro conjunto (domínio) um, e somente um, elemento do segundo conjunto (contradomínio). Geralmente, recebem grande ênfase exemplos de funções entre conjuntos finitos (e às vezes formados por elementos que não são necessariamente números) e representações por meio dos chamados “diagramas de Venn”. A partir disso, tem-se que função é uma regra que relaciona cada elemento de um conjunto (representado pela variável x) a um único elemento de outro conjunto (representado pela variável y). Para cada valor de x , podemos determinar um valor de y , diz-se então que “ y está em função de x ”.

De acordo com Oliveira et al. (2014), no século XIV, Nicole Oresme (1323 – 1382) teve um papel fundamental no desenvolvimento do conceito de função, pois utilizou o termo para definir a dependência de duas grandezas, a fim de descrever graficamente o movimento de um corpo em queda livre, relacionando a dependência entre a velocidade e o tempo, demonstrando graficamente essa relação através de linhas horizontais e verticais. A esse sistema foi dado o nome de teoria de Latitude de formas que nos dias atuais pode ser comparado com o sistema cartesiano. No olhar de Magarinus (2013), tem-se que, no início, quando as preocupações eram descrever e compreender os fenômenos naturais, identifica-se a dependência entre variáveis de uma maneira qualitativa. Posteriormente, evidencia-se o aparecimento das representações gráficas e descrições verbais. Por conseguinte, com o desenvolvimento da Matemática Moderna, surgem as funções sendo representadas como expressões analíticas e, finalmente, como uma relação entre conjuntos.

Diante disso, segundo Mattos et al. (2010), a abordagem de funções tem grande ênfase em fórmulas e procedimentos, uma vez que, na escola, costuma-se ficar bastante tempo dando muito destaque ao contexto procedimental. Assim, a ideia de função acaba

sendo muitas vezes tratada quase como se a palavra fosse um sinônimo de fórmula. Em vista disso, uma abordagem mais conceitual, e menos procedimental para noções como função, domínio e contradomínio fica muitas vezes relegada a um segundo plano, gerando grande confusão para os alunos. Tais autores sugerem tornar o uso de tabelas no ensino de funções mais significativas, inserindo-as em um esquema rico de inter-relações entre representações, sendo que, para criar estas inter-relações, estudos gráficos podem ajudar muito. Além do mais, os gráficos podem ser uma forma de reforçar ou levar ao entendimento do conceito de função de diferentes tipos. Em contrapartida, emprega-se o termo “lugar geométrico” a fim de enfatizar o caráter geométrico (no plano cartesiano) dos conjuntos, sendo que isso pode ser interessante para pensar na relação entre geometria e funções.

Nesse contexto, Mattos et al. (2010) afirmam que a abordagem de funções reais no Ensino Médio já é iniciada com a subdivisão em diversas categorias afins como, por exemplo, quadráticas, trigonométricas, exponenciais, logarítmicas. Mediante isso, essas categorias são estudadas separadamente, isto pode causar a falsa impressão de que alguns métodos e conceitos absolutamente gerais seriam na verdade específicos de algum tipo particular de funções. Desta forma, entende-se que o estudo das funções não precisa necessariamente ser iniciado com categorias de funções separadas, pode começar com o uso de alguns exemplos genéricos.

2.2. O Ensino de Física a partir da Cinemática

De início, segundo Asth (2021), na área de Mecânica da Física, a Cinemática estuda e descreve o movimento dos corpos sem se preocupar com as causas do deslocamento. Através da Cinemática, é possível classificar e comparar os movimentos. Já o motivo da ocorrência é abordado na Dinâmica. Nesse contexto, vale citar, ainda de acordo com Asth (2021), alguns termos importantes no estudo da Cinemática, como referencial, movimento, repouso, trajetória, deslocamento, ponto material e corpo extenso.

A rapidez com que é realizado o deslocamento por um corpo recebe o nome de velocidade média, que pode ser calculada através da seguinte fórmula:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\text{posição final} - \text{posição inicial}}{\text{tempo final} - \text{tempo inicial}}.$$

Os termos inicial e final da equação anterior correspondem ao período de contagem do tempo, não importando se o carro ficou parado durante algum momento ou se houve variação de velocidade no percurso. Ressalta-se que no Sistema Internacional (SI) a unidade de velocidade média é o metro por segundo (m/s).

Com o passar do tempo, a velocidade de um corpo pode mudar à medida que ele realiza o movimento. A aceleração de um corpo faz com que a variação da velocidade durante um trajeto aumente ou diminua em um dado intervalo de tempo. Dessa forma, a aceleração pode ser calculada por meio do seguinte quociente:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\text{velocidade final} - \text{velocidade inicial}}{\text{tempo final} - \text{tempo inicial}}.$$

Vale citar que no SI a unidade de aceleração média é o metro por segundo ao quadrado (m/s²).

Se em igual intervalo de tempo um corpo percorre sempre a mesma distância, seu movimento é classificado como uniforme. Neste caso, sua velocidade é constante e diferente de zero ao longo do percurso. No Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), portanto, a velocidade não muda em uma trajetória realizada em linha reta.

A posição do corpo na trajetória pode ser calculada pela função horária da posição: $S = S_0 + vt$, onde S = posição final, em metros (m); S_0 = posição inicial, em metros (m); v = velocidade, em metros por segundo (m/s) e t = tempo, em segundos (s).

Se a velocidade variar em quantidades iguais no mesmo intervalo de tempo, o movimento é caracterizado como uniformemente variado. Sendo assim, a aceleração é constante e diferente de zero. Logo, o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) é caracterizado pela mesma quantidade de aceleração de um corpo em linha reta. Assim, através da equação horária da velocidade, é possível calcular a velocidade em função do tempo $v = v_0 + at$, onde v = velocidade final, em metros por segundo (m/s); v_0 = velocidade inicial, em metros por segundo (m/s); a = aceleração, em metros por segundo ao quadrado (m/s²) e t = tempo, em segundos (s).

Paralelamente, a posição do corpo durante a trajetória pode ser calculada através da seguinte equação: $S = S_0 + v_0t + at^2$ onde S = posição final, em metros (m); S_0 = posição inicial, em metros (m); v_0 = velocidade inicial, em metros por segundo (m/s); a = aceleração, em metros por segundo ao quadrado (m/s²) e t = tempo, em segundos (s). Por fim, tem-se a equação de Torricelli: $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta S$, utilizada para relacionar a velocidade e o espaço percorrido no movimento uniformemente variado, onde: v = velocidade final, em metros por segundo (m/s); v_0 = velocidade inicial, em metros por segundo (m/s); a = aceleração, em metros por segundo ao quadrado (m/s²) e ΔS = espaço percorrido, em metros (m).

Segundo Moreira (2021), um dos principais problemas no ensino de Física, especialmente no campo da cinemática, é sua abordagem baseada na memorização de fórmulas e repetições de procedimentos que fogem do contexto real do estudante. Um problema antigo e que ainda permanece atual, característico da pedagogia tradicionalista, uma abordagem centrada no docente, em detrimento do aluno, em que não há diálogo, não há comunicação, só o repasse da informação. Esse tipo de ensino não sustenta a educação científica e resume a Física apenas a conteúdos meramente ilustrativos e memorizáveis além de tornar o aluno um subordinado, sem suporte para uma aprendizagem crítica. Todavia, uma das possíveis soluções encontradas para que essa visão mais tradicional do ensino de Física seja superada está na contextualização dos conteúdos trabalhados. O processo de ensino e aprendizagem tem ponto de partida do cotidiano do aluno, traduzindo a Física para uma linguagem mais reconhecível, a partir de um contexto real e que interaja com outras áreas do conhecimento, além de se adequar à realidade do aluno (BRASIL, 2002).

2.3. A relação Física-Matemática

Silva (2019) salienta que a relação Física-Matemática se consagrou baseada na conciliação entre a Astronomia e áreas da Matemática, como Álgebra e Geometria, por exemplo. Diante disto, o percurso histórico da relação Física-Matemática se deu, inicialmente, com base na área da Mecânica, tendo vínculo pioneiro com a Matemática, atentando ao contexto da Física, na questão de se estruturar de forma matematizada.

O caminho histórico-científico, na visão de Silva (2019), foi baseado no próprio pensamento científico da civilização grega, mediante o adjunto da ciência, passando de forma superficialmente por algumas atividades desenvolvidas no contexto científico-social no que tange as sociedades, além de contribuições filosóficas formuladas por pesquisadores gregos, tendo como base o período do Renascimento Científico ao cenário do Mundo Moderno. Podem ter sido desenvolvidos estudos e pesquisas anteriormente ao surgimento do pensamento científico na Grécia, em outras civilizações, voltados para a temática de algumas ciências, como Matemática e Astronomia.

Na história recente da Matemática e da Física, de acordo com Silva (2019), foram necessários séculos para que o contexto matematizado pudesse se inserir no campo científico, diante da revolução científica. Tarnas (2003, p. 270) explicita que “esta revolução científica passa a desempenhar papel de destaque neste período, pois sacramento o fim do Renascimento e contribui definitivamente para a implementação da moderna visão de mundo”.

A Física, segundo Praxedes e Krause (2015), é tida como um instrumento, cuja função seja descrever momentos realizados pelo mundo teoricamente, por meio de conceitos, prática, como também, algoritmos, constituindo assim, a ciência que estuda os fenômenos da natureza. Desse modo, eventos reais e acontecimentos ao longo dos tempos, podem ser explicados por meio da linguagem científica, baseados no núcleo das ciências exatas, tais como a Física especialmente, fazendo uso da Matemática como instrumentação teórica, uma vez que a Matemática mantém uma espécie de comunicação universal que sustenta e vincula a mediação entre as ideias do cidadão para com a representação das coisas, por meio de leis físicas.

2.4. Interdisciplinaridade

A princípio, as disciplinas de Matemática e Física podem estar interligadas a partir de uma visão interdisciplinar, uma vez que a área da Física faz uso da linguagem matemática para descrições de fenômenos naturais presentes no universo. Dito isso, na atual conjuntura da educação, alguns documentos oficiais brasileiros como os PCNs (BRASIL, 2002), PCN+ (BRASIL, 2006) e, mais recentemente, a BNCC (BRASIL, 2018) vêm apontando a necessidade de se explorar o potencial de uma possível interdisciplinaridade entre estas áreas.

Nesse cenário, Fazenda (2014) aborda que a interdisciplinaridade se constitui de um trabalho em conjunto tendo em vista a interação entre disciplinas científicas, conceitos diretrizes, metodologias, procedimentos, dados e da organização de seu ensino. Tal autora traz a necessidade de existir uma certa cooperação e organização entre as disciplinas, especialmente as de Matemática e Física, de modo que ambas

possam ser favorecidas pela interação estabelecida, mediante o desenvolvimento de práticas interdisciplinares para com o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, Fazenda (2014) destaca que o diálogo entre as diferentes áreas em aproximação é tecido por um constante movimento de ação, o qual possibilita definir a interdisciplinaridade como atitude de ousadia e busca frente ao conhecimento, cabe pensar, aspectos que envolvem a cultura do lugar onde se formam os professores, mediante seu aspecto humano.

Autores como Lenoir e Larose (1998) trazem que à interdisciplinaridade coloca a relação entre duas ou várias disciplinas escolares que, nos níveis curriculares, didático e pedagógico, conduzem ao estabelecimento de ligações de complementaridade ou de cooperação, de interpretações e de ações recíprocas entre si, sob diversos aspectos, como por exemplo, objetos de estudos, conceitos e noções, etapas de aprendizagens, habilidades técnicas, etc., com vistas a favorecer a integração das aprendizagens e dos saberes junto aos alunos. Todavia, mesmo diante da possível potencialidade da interdisciplinaridade, autores como Santos e Colombo Júnior (2018) destacam que ainda são poucos os estudos que abordam à interdisciplinaridade na educação com objetivo na formação inicial e na influência direta em práticas pedagógicas, fato que evidencia a existência de lacunas a serem ocupadas.

2.5. Resoluções de problemas

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) enfatizam sobre a relevância da resolução de problemas para o ensino de Matemática, as quais trazem oportunidades para o indivíduo desenvolver habilidades para resolvê-los, a partir de suas próprias estratégias, de maneira que o ponto de partida da atividade matemática não é a definição, mas foca-se no problema (Brasil, 1997). Além disso, é crucial para à aprendizagem segundo a BNCC (Brasil, 2018) que os alunos enfrentem situações-problemas em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens.

Na visão de Proença (2018), uma situação de Matemática se torna um problema quando o aluno precisa mobilizar conceitos, princípios e procedimentos matemáticos aprendidos anteriormente para chegar a uma resposta. Assim, não se trata do uso direto de fórmulas ou regras conhecidas, uma vez que quando isso ocorre, a situação tende a se configurar como um exercício. Por conseguinte, Proença (2018) explica que, quando a situação se torna um problema, esta se envolve no processo de resolução de problemas, baseado em quatro etapas, as quais são à representação – corresponde à compreensão do problema; planejamento – refere-se ao uso de um caminho, ou seja, de uma estratégia de resolução do problema; execução – trata-se de se executar a estratégia de resolução do problema; monitoramento – fase em que o aluno verifica se a resposta encontrada está de acordo com a pergunta/contexto do problema.

Portanto, para o ensino de Matemática via resolução de problemas, utiliza-se como referencial o de Proença (2018). Baseado nessa abordagem de ensino, o autor apresenta o processo de ensino e aprendizagem de Matemática via resolução de

problemas, formado por cinco ações, as quais são a escolha do problema, introdução do problema, auxílio aos alunos durante a resolução, discussão das estratégias dos alunos e articulação das estratégias dos alunos ao conteúdo. Segundo Proença (2018), tem-se que a escolha do problema sugere ao professor escolher uma situação de Matemática que seja desafiadora ao aluno, considerando os conhecimentos prévios deste. Desse modo, o foco principal está relacionado a escolha, pelo professor, da situação Matemática que poderá ser entendida pelos educandos como problema.

3. Metodologia

Este estudo foi constituído de uma sequência didática, formulada a partir da Interdisciplinaridade e da Resolução de Problemas. Essas formas metodológicas vêm para inovar as aulas e contribuir para o aprendizado dos estudantes, colocando-os como centro das atividades e o professor como mediador.

Assim, desde o planejamento até a própria aplicação em sala de aula, a sequência didática foi feita em uma perspectiva dialogada entre a Física e a Matemática, pois de acordo com Praxedes e Krause (2015), os currículos devem basear-se em concepções interdisciplinares e integradas, sendo indispensável a relação de práticas didáticas que visem à associação de conteúdos, bem como à comunicação entre os currículos, contextualizando e aproximando o processo à realidade dos alunos.

Assim sendo, para interligar as disciplinas de Física e de Matemática, foram definidos os seguintes conteúdos de caráter matemático: Conceitos de funções e domínio, imagem, gráficos, funções crescentes, decrescentes, pares, ímpares, composta, inversas e periódicas, além dos tipos de funções: polinomiais (linear e quadrática), racional, trigonométrica, exponencial e logarítmica. Já os conteúdos de caráter físico, foram referentes ao campo da cinemática, tais como: Conceitos de velocidade média, espaço, tempo, aceleração média, MRU e MRUV e lançamentos de projéteis. O público alvo da sequência didática foram os alunos da 1ª série do Ensino Médio.

Em termos de objetivos/metapas, tem-se de forma geral utilizar as situações da Cinemática, para ensinar o conteúdo de funções, de maneira a utilizar-se da Interdisciplinaridade e Resolução de Problemas como metodologias de ensino para interligar as duas áreas do conhecimento, Física e Matemática. De forma específica: utilizar os modelos estabelecidos, a partir da identificação das variáveis, da formulação de hipóteses e da simplificação para resolver os problemas; desenvolver a capacidade de emissão e interpretação das informações obtidas para fazer previsões futuras; mostrar que a noção intuitiva de função está baseada na relação de dependência entre grandezas; entender que alguns modelos matemáticos representam apenas uma aproximação da realidade e na maioria das vezes necessitam de ajustes; relacionar através da linguagem matemática conhecimentos articulados aos fenômenos físicos reais que serão investigados pelos alunos e transformados em problemas; realizar atividades e momentos interativos em grupo desde a coleta de dados até a resolução de situações; posicionar-se de forma autônoma na resolução dos problemas; desenvolver à linguagem científica fundamentada na interpretação física e nos modelos matemáticos;

compreender os conhecimentos sobre velocidade média, aceleração média, espaço, tempo, MRU, MRUV e lançamentos de projéteis.

Assim, sobre as etapas e tempos das aulas, a metodologia utilizada parte da visão de Fazenda (2014) sobre Interdisciplinaridade e faz uso da Resolução de Problemas abordada por Proença (2018). A metodologia foi composta de três encontros, em que cada encontro foi constituído de duas aulas de 45 minutos cada, totalizando seis aulas. A sequência didática foi constituída de doze momentos.

Por fim, a respeito dos materiais e ou recursos necessários para a realização das atividades da sequência didática, faz-se uso de lousa, pincel, slides, data show, notebook, papel milimetrado, régua, caneta, lápis, borracha, fita adesiva, laboratório de informática, rampa de plástico, cano, bolinha, cesto de plástico, fita métrica, esquadro e papel branco A4.

4. Resultados e discussões

Este relato de experiência foi subdividido em doze momentos. Inicialmente, em um 1º momento, toda a turma foi desafiada para pensar/refletir sobre a seguinte situação-problema: “Dois garotos, João e Vicente, apostaram uma corrida, João gastou um tempo de $t = 20$ s e Vicente gastou um tempo de $t = 14$ s. Quem ganhou a corrida? E Por quê?” Nesse momento, alguns alunos conseguiram associar, rapidamente, quem ganhou a corrida a partir de quem estava com maior velocidade e que gastou menos tempo, o que notaram logo que Vicente chegou primeiro. Assim, foi nesse momento que o docente introduziu a relação entre tempo e velocidade como grandezas inversamente proporcionais. Nesse primeiro momento, o docente apresentou a equação da velocidade média e interligou os diálogos dos alunos interpretados da problemática lançada. O que ficou evidente o início do uso de elementos matemáticos, com um significado físico por trás.

Deu-se início ao estudo matemático da Cinemática, definindo a velocidade como sendo a relação da variação do espaço pela variação do tempo, de forma ilustrativa na lousa. Posteriormente, conhecida a velocidade média, introduziu-se o conceito de aceleração e sua representação matemática. Foi nesse momento, que alguns alunos se questionavam se realmente estavam estudando física ou simplesmente operações matemáticas, quando o docente escreveu na lousa, a equação da aceleração média. O professor percebeu imediatamente as inquietações dos alunos, ao verem as fórmulas ilustrativas na lousa, foi a partir daí que veio o segundo momento da aula.

A partir das inquietações dos alunos e para o ensino não ficar somente limitado a lousa e repetição de informações, no 2º momento da sequência didática, a turma foi dividida em pequenos trios. Posteriormente, foi entregue papel milimetrado para cada grupo para a construção dos gráficos, a partir de funções horárias da velocidade X tempo e da aceleração X tempo. Os alunos tiveram dificuldades em iniciarem as construções dos gráficos. Assim, o docente usou uma função horária como exemplo e construiu o gráfico, posteriormente os grupos tiveram autonomia para construir os gráficos pedidos pelo docente. O professor enfatizou a relevância de se utilizar tabelas para organizar os dados atribuídos as funções. Os grupos tiveram de 10 à 15 minutos para construir seus

gráficos. Foi observado que dois grupos não conseguiram concluir a tarefa, pois tiveram dificuldades em resolver simples operações aritméticas, como adição e subtração.

Logo, foi discutido em conjunto a importância de interpretar os gráficos construídos a partir das funções de primeiro grau, uma vez que ali tinha muita informação física por trás. Percebeu-se a partir dos gráficos sobre quando a velocidade é constante e quando ela varia com o passar do tempo. Além disso, foi uma forma interdisciplinar de se abordar o estudo introdutório de funções, como a função afim e a função quadrática, a partir da interpretação física dos gráficos.

Nesse cenário, os alunos dos mesmos trios foram levados ao laboratório de informática para trabalharem em pesquisas, constituindo o 3º momento da sequência didática. Foi trabalhado a temática de movimentos, onde realizaram pesquisas sobre: Movimento uniforme, Movimento uniformemente variado, Movimento horizontal, Lançamento vertical e Lançamento oblíquo. A partir disso, sugeriu-se que eles acessassem mais de um site para analisar e coletar as informações com mais precisão, com o professor sempre auxiliando na atividade. Foi ressaltado que pode haver mais de um trio com a mesma temática sorteada, mediante a turma ser numerosa.

Ainda neste momento, os alunos foram instigados e incentivados à pesquisa e saber selecionar informações em sites da internet, além do próprio trabalho em equipe, sendo uma forma de interligação com as ideias trabalhadas nos momentos 1 e 2. A atividade foi abordada como uma pesquisa investigativa, pois eles tiveram que entender sobre função a fim para descrever os movimentos uniformes mediante as equações da cinemática escalar. Os grupos tiveram até 20 minutos para elaborarem suas pesquisas, estas feitas em forma de tópicos transcritos no caderno.

A partir das pesquisas feitas pelos alunos, foi indicado o 4º momento da sequência didática, em que foi trabalhado o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Assim, este momento foi enriquecido, em conjunto, de diálogos e discussões dos gráficos, onde cada grupo pode expor suas ideias, dúvidas e considerações com base nas diferentes situações físicas dos movimentos, a partir das conclusões gráficas elaboradas pelas funções apresentadas. Além disso, foi feita a socialização das pesquisas feitas pelos grupos, relacionadas a esta temática. Sendo que os demais grupos que ficaram com temas sobre lançamentos, puderam expor suas pesquisas no próximo encontro, mas foi deixado claro que eles deveriam participar com os demais da socialização dos gráficos e das dúvidas e considerações que foram surgindo.

Dando continuidade ao estudo de funções afim e quadrática dentro do campo da cinemática escalar, o 5º momento foi realizado com o auxílio de slides. Neste momento, foi feita a introdução sobre lançamentos de projéteis, a partir de notícias informativas relacionadas as olimpíadas. Apresentando aqui, a modalidade lançamento de martelo, por exemplo, como forma de chamar atenção dos alunos a partir de esportes presentes nas olimpíadas. Assim, pode-se analisar sobre a grandezas da cinemática, como velocidade, tempo, distância e gravidade. Estas existentes em simples situações cotidianas, como os lançamentos nas modalidades olímpicas. Foi apresentado de forma ilustrativa os modelos matemáticos das equações físicas de lançamentos da Mecânica.

Por conseguinte, no 6º momento, abordou-se um norteamento sobre as grandezas físicas (velocidade, espaço, tempo, aceleração) presentes ao longo dos lançamentos oblíquo e horizontal. Relembrou-se das equações da cinemática em lançamentos oblíquos (modelos matemáticos), apontando os motivos que justificam que uma das componentes tem aceleração e a outra não – discutindo o emprego delas. Assim, foi realizada uma breve revisão sobre vetores, componentes dos vetores e suas características como forma de fixação das ideias discutidas. Foi observado que muitos tinham dúvidas sobre vetores e seus constituintes (módulo, direção e sentido), sendo que muitos ainda perguntavam “o que é um vetor?”. Foi nesse momento que o docente observou que alguns conceitos básicos passaram despercebidos pelos alunos, o que poderia afetar a compreensão de outros conteúdos.

No 7º momento, discutiu-se brevemente com os grupos que fizeram a pesquisa sobre lançamentos, em que o professor mediou o diálogo, interligando as ideias com o que se abordou no estudo de lançamentos nas olimpíadas. Já para o 8º momento, dividiu-se a turma em grupos (os mesmos trios) para a proposição de hipóteses sobre a seguinte problemática: “Qual a altura de lançamento para que o projétil atinja o alvo fixado no chão?” Nesse momento, foi trabalhado um experimento demonstrativo/investigativo consistindo numa bolinha descendo numa rampa construída com materiais de baixo custo. Assim, foi proposto uma atividade investigativa em que os alunos tiveram que fazer uso dos conhecimentos discutidos para emitirem a previsão de pouso de um projétil. A ideia foi um experimento (similarmente a uma rampa de plástico inclinada) construído pelo professor para turma posto numa bancada, contendo todos os instrumentos que os alunos puderam utilizar para realizar a prática. As Figuras 1 e 2 apresentam os alunos manipulando o experimento. Cada grupo pode vir à bancada para reproduzir o experimento, com o objetivo de acertar a bolinha no alvo fixado no chão em que cada grupo teve até três tentativas para acertar. A ideia foi que eles utilizassem estratégias para se conseguir cumprir o objetivo. Além disso, tiveram que coletar informações necessárias e retornar para resolver a problemática proposta pelo professor com base nos modelos matemáticos (equações) trabalhadas ao longo das aulas, por meio de instrumentos como fita métrica, réguas, folhas de papel, lápis, borrachas, etc. Deixou-se evidente a influência de algumas grandezas físicas como resistência do ar e a força de atrito na influência das respostas e da própria situação física em si. O docente deu uma breve explicação sobre resistência do ar e força de atrito, mediando os alunos a focarem na resolução do problema proposto.



Figura 1- Alunos manipulando o experimento. Fonte: Autoria Própria.



Figura 2 - Alunos manipulando o experimento. Fonte: Autoria Própria.

A atividade em si foi uma forma de sistematização das equações matemáticas de movimentos com base numa situação real. Logo, os grupos tiveram até 15 minutos para resolverem a problemática, porém, a maioria não conseguiu, pois tiveram dificuldades em extrair as grandezas físicas e emprega-las nas equações. O docente destacou o papel da força de atrito na diferença dos cálculos teóricos com à experimentação, tendo por base à resistência do ar. O professor mediu previamente essa tarefa e ao final, mostrou-se para turma à equação da trajetória completa do projétil. Conforme a Figura 3, observa-se ilustrativamente um aluno coletando as medidas (altura, comprimento, tempo gasto para bolinha descer e outras variáveis relevantes) para utilizá-las nos modelos matemáticos (equações da cinemática).



Figura 3: Aluno coletando os dados. Fonte: Autoria Própria.

Já com relação ao 9º momento da sequência didática, apresentou-se uma situação de lançamento a turma e pediu-se que os alunos em grupos calculassem o tempo (de subida, de descida e o total) do lançamento, além da altura e alcance máximo a partir dos modelos matemáticos apresentados. No contexto da resolução de problemas, foi proposto no 10º momento, que cada grupo elaborasse uma problemática envolvendo fatos do seu dia a dia, em que se possam utilizar no mínimo algum modelo matemático de funções trabalhados ao longo desta proposta didática. Cada aluno de cada trio teve que elaborar essa problemática relacionada a algum fato do seu cotidiano. Em seguida, transcreveram em um papel branco A4 e entregaram para o professor, tanto as três problemáticas, quanto o processo de resolução. Esta atividade foi realizada sem nenhum tipo de material de consulta. O professor deixou evidente que seriam avaliadas, as três problemáticas e bem como seu processo de resolução, sendo uma forma de fazer cada componente do grupo avaliar e discutir entre si as problemáticas, antes de entregarem a atividade ao professor. Os grupos tiveram até 30 minutos para elaborarem e resolverem suas problemáticas e entregarem ao professor. A atividade em si foi realizada com muito entusiasmo e parceria entre os grupos.

Nesse cenário, tem-se o 11º momento, onde o professor escolheu uma das três problemáticas e sem identificar a que grupo correspondia, colocou em um envelope e sorteou para que cada grupo pegasse a problemática de outro grupo. Aconteceu de um grupo pegar sua própria problemática, assim, foi sorteado outra vez. O intuito da atividade foi que o grupo interpretasse a problemática de outro grupo e a resolvesse utilizando os modelos matemáticos trabalhados. Cada grupo teve até 15 minutos para resolver a problemática sorteada. Por fim, no 12º momento, cada grupo foi à lousa resolver a problemática explicando sua própria resolução. Este momento foi composto pela segunda aula do encontro, totalizando 45 minutos.

Em suma, pode-se observar que muitos alunos tiveram dificuldades na abordagem de alguns conceitos da cinemática, pois não é algo tão comum aos alunos e muitos são ensinados, anteriormente, com base somente em linguagem puramente matemática. É importante que o docente encoraje os alunos a buscarem suas próprias interpretações a partir dos resultados obtidos com base nos modelos matemáticos.

Além disso, alguns alunos não tinham conhecimentos prévios, como no momento que tiveram dificuldades ao entenderem sobre vetores. Outros não conseguiam manter conexões entre o que se discutia para com a realidade, o que gerou algumas barreiras para o seguimento e andamento dos conteúdos e do processo de ensino e aprendizagem. Muitos alunos apresentaram dificuldades na empregabilidade matemática, seja com operações básicas aritméticas e ao manipularem as equações. Vale mencionar que alguns alunos demonstraram dificuldades na atividade de pesquisa, pois não estavam acostumados com recursos tecnológicos, como manipular um computador.

Portanto, é crucial que o professor esteja preparado, a partir de um prévio planejamento, para essas possíveis dificuldades e como também outras ao longo de planejar as aulas, o tempo destinado para o desenvolvimento metodológico, além do fato de conhecer bem a turma.

Por fim, falando do processo de avaliação, constituiu-se de acordo com a BNCC (Brasil, 2018) baseado nos critérios de participação das discussões, autonomia e formulação de hipóteses, interação em grupo e individual nas atividades propostas, capacidade de resolução das situações-problemas, pesquisa e socialização das informações coletadas mediante os temas, construção e interpretação física dos gráficos a partir das funções, coleta dos dados, interpretação e resolução da problemática proposta da prática experimental, linguagem científica empregada ao longo das socializações das atividades, elaboração, resolução e explicação das problemáticas do dia a dia a partir de modelos matemáticos empregados ao longo das aulas e, por último, relações estabelecidas entre as explicações físicas a partir dos resultados obtidos pelos modelos matemáticos de funções.

5. Conclusões

Esta pesquisa foi constituída de um relato de experiência, a partir de uma sequência didática interdisciplinar, explicitando conceitos da área da Mecânica, no campo da Cinemática, tendo sua eficácia, na representatividade de fenômenos da Física fundamentados em elementos matemáticos de funções.

No âmbito educacional, colaborou-se com uma metodologia dinâmica, flexível e dialogada, ou seja, aberta à participação ativa dos estudantes. Assim, teve-se uma abordagem que partiu da realidade, isto é, do meio familiar do aluno, fornecendo a esse aluno subsídios para dar significado aos conceitos físicos da Cinemática mediante a linguagem matemática de funções, empregando a interdisciplinaridade entre conteúdos de Física e de Matemática em meio a um cenário desafiador ao resolverem situações-problemas.

Referências

- ASTH, Rafael C. Cinemática. **Toda Matéria**. 2021. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/cinematica/>>. Acesso em: 28 mar. 2023.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+): Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Orientações Educacionais Complementares aos **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília/DF: MEC, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2023.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade: Didática, Prática de Ensino e Direitos Humanos. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 17, 2014, Fortaleza. **Anais** [...] Fortaleza: Ed. UECE, 2014. p. 1 -12, 2014.

LENOIR, Yves; LAROSE, François. Uma tipologia das representações e das práticas da Interdisciplinaridade entre os professores primário do Quebec. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 79, n. 192, p. 48-59, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.79i192.1031>. Acesso em: 14 fev. 2024.

MAGARINUS, Renata. **Uma proposta para o ensino de funções através da utilização de objetos de aprendizagem**. Santa Maria: UFSM, 2013. 99p. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT): Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

MATTOS, Francisco Roberto Pinto; ROSA, Marlusa Benedetti da; GIRALDO, Victor Augusto. **Módulo II - Conteúdo e prática: olhar conceitual na sala de aula**. Matem@tica na pr@tica. Curso de especialização para professores do ensino médio de matemática. Cuiabá: 2010.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 43, n. 1, p. 01-08, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Acesso em: 14 fev. 2024.

OLIVEIRA, Davidson Paulo Azevedo; ROSA, Milton; VIANA, Marger da Conceição Ventura. De Oresme a Dirichlet: um breve histórico do desenvolvimento das funções. **Revista Brasileira de História da Matemática**, Vol. 14 nº 28, 2014, p. 47-61, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.47976/RBHM2014v14n2847-61>. Acesso em: 10 ago. 2023.

PIETROCOLA, Maurício. **Mathematics as structural language of physical thought**. In: VICENTINI, M; SASSI, E. (Org.). *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. 1 ed.: ICPE-BOOK, v. 2, p. 1-11, 2008.

PRAXEDES, Jacqueline Maria de Oliveira; KRAUSE, Jonas. O estudo da física no ensino fundamental ii: iniciação ao conhecimento científico e dificuldades enfrentadas para sua inserção. **Anais II CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/16437> . Acesso em: 22 de agosto de 2023.

PROENÇA, Marcelo Carlos de. **Resolução de Problemas: encaminhamentos para o ensino e a aprendizagem de Matemática em sala de aula**. Maringá: Eduem, 2018.

SANTOS, Carla Madalena; COLOMBO JÚNIOR, Pedro Donizete. Interdisciplinaridade e Educação: Desafios e Possibilidades Frente à Produção do Conhecimento. **Revista Triângulo**, Uberaba, v.11, n.2, p. 26-44, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18554/rt.v0i0.2672>. Acesso em: 14 fev. 2024.

SILVA, Alison Pereira da Silva. **As abordagens da linguagem matemática na descrição de fenômenos da conservação da energia mecânica em livros de física do ensino**

superior. Caicó: IFRN, 2019, 114p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física): Instituto Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

TARNAS, Richard. **A epopeia do pensamento ocidental: para compreender as ideias que moldaram nossa visão de mundo.** 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.