

Vitruvian Cogitationes - RVC

UMA ABORDAGEM FÍSICO-MATEMÁTICA PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME/FUNÇÃO AFIM A PARTIR DA CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE GRÁFICOS

UN ENFOQUE FÍSICO-MATEMÁTICO PARA LA ENSEÑANZA DEL MOVIMIENTO UNIFORME/FUNCIONES RELACIONADAS A PARTIR DE LA CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE GRÁFICOS

A PHYSICAL-MATHEMATICAL APPROACH TO THE TEACHING OF UNIFORM MOVEMENT/RELATED FUNCTION FROM THE CONSTRUCTION AND ANALYSIS OF GRAPHICS

Sebastião Almeida Mota

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; e-mail: sebastiaoamota@hotmail.com

 <https://orcid.org/0009-0006-3872-2174>

Marcia Regina Santana Pereira

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES; e-mail: marcia.pereira@ufes.br

 <https://orcid.org/0000-0001-9907-7953>

Resumo: Este trabalho relata a aplicação de um Material Instrucional (MI) que aborda conceitos relacionados ao ensino do movimento uniforme (MU) dentro do conteúdo de cinemática. O MI foi elaborado com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e nas orientações de Marco Antonio Moreira, para a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) na forma de sequência didática para o professor. A pesquisa busca estabelecer uma relação entre o ensino de física e matemática investigando estratégias de ensino articuladas do conteúdo de MU e função Afim por meio de diferentes formas de representação do movimento em função do tempo, procurando fazer uma análise e interpretação de situações problemas. A coleta de dados foi desenvolvida em dois momentos, utilizando questionários pré e pós-teste. Os resultados obtidos foram analisados de forma quantitativa e a evolução das respostas pode demonstrar evidências de uma possível aprendizagem significativa. De modo geral os alunos se mostraram motivados a buscar seu conhecimento, se tornando parte do processo de ensino e aprendizagem, bem como demonstrando predisposição em realizar as atividades propostas.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Cinemática; Movimento Uniforme; Função Afim; Análise e Interpretação de Gráficos de Linhas.

Resumen: Este trabajo reporta la aplicación de un Material Instructivo (MI) que aborda conceptos relacionados con la enseñanza del movimiento uniforme (MU) dentro del contenidos cinemáticos. El MI fue elaborado con base en los supuestos de la enseñanza del Aprendizaje Significativo y los lineamientos de Marco Antonio Moreira, para la elaboración de una Unidad Didáctica Potencialmente Significativa (UEPS) en forma de secuencia didáctica para el docente. La investigación busca establecer una relación entre la asignatura de la física y las matemáticas mediante la investigación de estrategias de enseñanza articuladas para el contenido de MU y la función relacionada por los medios de diferentes formas de representación del movimiento en función del tiempo, buscando analizar e interpretar situaciones problemáticas. La recolección de datos se llevó a cabo en dos etapas, mediante cuestionarios previos y posteriores a la prueba. Los resultados obtenidos fueron analizados cuantitativamente, y la evolución de las respuestas puede evidenciar posibles aprendizajes significativos. En general, los estudiantes se mostraron motivados a buscar sus conocimientos, convirtiéndose en parte del proceso de enseñanza y aprendizaje, demostrando predisposición a realizar las actividades propuestas.

Palabras-clave: Aprendizaje Significativo; Cinemática; Movimiento uniforme; Función afín; Análisis e interpretación de gráficos lineales.

Abstract: This work reports the application of an Instructional Material (IM) that addresses concepts related to teaching uniform movement (MU) within kinematics content. The MI was prepared based on the assumptions of the Meaningful Learning Theory and the guidelines of Marco Antonio Moreira, for the elaboration of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) in the form of a didactic sequence for the teacher. The research seeks to establish a relationship between the teaching of physics and mathematics by investigating articulated teaching strategies for MU content and related function through different forms of representation of movement as a function of time, seeking to analyze and interpret problem situations. Data collection was carried out in two stages, using pre- and post-test questionnaires. The results obtained were analyzed quantitatively, and the evolution of the responses can demonstrate evidence of possible significant learning. In general, students were motivated to seek their knowledge, becoming part of the teaching and learning process, demonstrating a predisposition to carry out the proposed activities.

Keywords: Meaningful Learning; Kinematics; Uniform Movement; Affine Function; Analysis and Interpretation of Line Graphs.

1 INTRODUÇÃO

Ensinar ciências vai além de aprender com novas tecnologias, é necessário fazer com que os alunos apreendam a fazer ciências e o professor é o facilitador desta aprendizagem por meios de demonstrações dos conceitos físicos aliados ao cotidiano do aluno. Observa-se, como é grande a dificuldade que os alunos têm em associar os conceitos físicos ao contexto matemático, ferramenta esta que tem condições de ajudar a explicar certas teorias da física no contexto escolar com aulas práticas, tornando uma aprendizagem mais significativa. Neste sentido pode-se pensar a Física matematicamente, ou conceber a Matemática como estruturante do conhecimento Físico (Pietrocola, 2002).

Visando uma aprendizagem significativa e utilizando a teoria de Ausubel, tem-se uma proposta de trabalhar o conceito físico-matemático de Movimento Uniforme (MU),

demonstrando equações, tabelas e gráficos de uma função Afim que relaciona duas ou mais grandezas por meio da elaboração de um Material Instrucional (MI) segundo as orientações de Moreira (2011) sobre a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

Ao desenvolver este estudo pretende-se estabelecer uma relação entre o ensino de Física e da Matemática investigando estratégias de ensino articuladas para serem aplicadas no primeiro ano do ensino médio, no âmbito do ensino de cinemática por meio da representação de gráficos no plano cartesiano. A construção dessa ideia incorporou referências da matemática para descrever tais fenômenos físicos por expressões e consequentemente demonstrá-los e operar no ensino da física de forma contextualizada ao seu cotidiano.

No entanto, no estudo que envolve o ensino do MU e função Afim, é importante fazer com que o aluno possa associar os conceitos envolvidos ao seu cotidiano com aplicações que favoreçam a modelagem de fórmulas através do significado de suas variáveis e que podem ser aplicadas no ensino. O uso de gráficos através destas equações (função) tende a facilitar a visualização e compreensão dos conceitos de forma simples e objetiva.

No ensino da cinemática, o gráfico de linhas pode fornecer informações expressas pela linguagem matemática de diferentes situações cotidianas de fenômenos físicos com apresentação de dados de um problema de forma ampla e de fácil visualização.

Considerando que os alunos no ensino médio são egressos de um esquema de separação do ensino de ciências (ensino fundamental) em área de ciências da natureza e suas tecnologias, que por sua vez trabalha separadamente os componentes curriculares de física, química e biologia, cada professor em sua carga horária semanal tem as condições de especificar e detalhar os conceitos da sua disciplina, além da possibilidade de promover a interdisciplinaridade com outras áreas.

No ensino da física, o estudo da cinemática é um dos primeiros temas a serem trabalhados em sala de aula e exigem um conhecimento matemático prévio, suficientemente capaz de direcionar os alunos a reconhecer uma função horária no seu gráfico e que ainda consiga analisar e interpretar estes gráficos extraindo informações que podem indicar a localização do móvel em certa trajetória como a sua posição, velocidade, o tempo decorrido, distância percorrida, sentido e tipos de movimentos.

Portanto, este estudo tem como foco principal permitir aos alunos a correlação dos conteúdos de física e matemática, identificando os conhecimentos pré-existentes do estudo de função em matemática para serem aplicados no ensino da física e assim proporcionar uma melhor aprendizagem por meios de relações tecnológicas aplicadas ao seu dia a dia. Ainda, discute-se a relação entre a disciplina de matemática e física de forma a promover um ensino concomitante e interdisciplinar entre os estudos de cinemática e função Afim, enfatizando as representações e análises de gráficos de linhas que possibilita a identificação de padrões e tendências de dados como posição e velocidade em função do tempo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 UMA BREVE DESCRIÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE O ENSINO DE FÍSICA E MATEMÁTICA

No Ensino Médio, assim como no Ensino Fundamental, as disciplinas foram organizadas por áreas de conhecimento, e de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a área de matemática e suas tecnologias compreendem o componente curricular de

matemática e a área de ciências da natureza e suas tecnologias, o componente curricular de física, química e biologia (Brasil, 2016).

Como aponta o Parecer CNE/CP nº 11/2009, de 30 de junho de 2009, esta organização por áreas de conhecimento se baseia na perspectiva de integração curricular, estando o ensino articulado de forma interdisciplinar por meio de atividades integradas, a partir de eixos estruturantes (Brasil, 2009, p. 8).

A interdisciplinaridade entre a física e a matemática deve ocorrer de forma integrada, onde a matemática pode ser aplicada a realidade do estudante de forma contextualizada com os conceitos físicos e a física pode utilizar os recursos da matemática para qualificar e quantificar fenômenos cotidianos. Para a professora e doutora Anildes Cafagne, da PUC-SP (*apud* Martins, 2005, p. 60):

A física é por si só interdisciplinar: suas teorias dependem do contexto visto através das leis gerais e dos processos analisados por leis específicas. Os conceitos, as experiências e a linguagem fazem parte de sua estrutura. A linguagem formal elaborada pela Matemática representa o ponto de unificação dos conceitos de tais teorias, uma vez que o verbo escrito ou falado leva a diferentes interpretações.

Na relação de ensino entre a física e matemática ainda é comum que nas aulas os alunos consigam compreender o conceito físico, porém não conseguem demonstrá-los, pois apresentam dificuldade em realizar cálculos, fazer representações ou interpretar situações de um dado problema proposto.

Para Karam (2012) a relação entre a física e matemática requer que o professor crie e elabore estratégias de práticas de ensino, onde uma das possibilidades apresentadas está em considerar a matemática como uma das linguagens da física, e acrescenta ainda que:

Diversos estudos históricos e epistemológicos evidenciam que a física e matemática estão profundamente relacionadas. De fato, a descrição de processos físicos por meios matemáticos é uma das principais características da física. Se analisado mais precisamente, o papel da matemática na física tem vários aspectos: ela serve como uma ferramenta (perspectiva pragmática), como uma linguagem (função comunicativa), além de propiciar uma estrutura lógico-dedutiva (função estrutural) (Karam, 2012, p. 1).

Pietrocola (2002) aponta que a relação entre a matemática e a física requer que o professor pense em alternativas e estratégias didáticas necessárias para favorecer as discussões em sala de aula e considera que a matemática é estruturante do pensamento físico. Nesta perspectiva, considera que a matemática deve participar do contexto da construção do conhecimento físico e não as utilizar apenas como ferramenta. Assim, segundo Pietrocola (2002, p. 106) cabe ao educador “[...] perceber que não se trata apenas de saber matemática para poder operar as teorias Físicas que representam a realidade, mas de saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática”.

Os autores Karam e Pietrocola (2009) dizem que para um bom aprendizado em física é necessário que se desenvolva nos alunos uma habilidade técnica e uma habilidade estruturante que se complementam uma com a outra e entendem que estas habilidades estruturantes podem ser como uma “[...] habilidade de pensar matematicamente os fenômenos do mundo físico, ou de ler esse mesmo mundo por meio de uma linguagem matemática, ou ainda, de estruturar o mundo físico por meio da matemática” (Karam; Pietrocola, 2009, p. 194).

Contudo, no ensino de física, para que o aluno consiga resolver determinados problemas, é necessário que ele elabore modelos matemáticos a partir da identificação de variáveis e interpretação de equações. Esta modelização matemática, assim chamada por Karam & Pietrocola (2009), passa a ser importante no sentido de sabermos identificar e diferenciar a cada problema, quais termos são as variáveis dependente e independente no sentido de uma função e quais termos são constantes, para assim saber como e quando utilizá-las.

Neste sentido, se a matemática estrutura o pensamento físico, é importante destacar aos alunos a necessidade de em certos momentos modelar matematicamente determinados fenômenos físicos, demonstrando aos alunos alguns aspectos da matemática na interpretação de conceitos e teorias presentes na física.

Esta modelagem ou modelo matemático presente no ensino de física consiste em não apresentar fórmulas prontas sem qualquer tipo de contextualização. No entanto, ela pode ser uma linguagem simbólica própria como um código, por exemplo. Esta linguagem da matemática deve permitir a leitura de conceitos por meio de símbolos, equações, função matemática, gráficos ou palavras que possuem significado específico.

A linguagem matemática é resultante da evolução da ciência, que ao longo dos tempos foi se moldando e ganhando significados ao se materializar em estruturas matemáticas. Para Pietrocola (2002, p. 104 -105) “A linguagem matemática, com suas regras e propriedades, tornam as teorias científicas capazes de pensar o mundo. Toda teoria científica é, desta forma, um conjunto de conceitos, cuja estruturação é eminentemente matemática”.

Entre a física e a matemática existe uma variedade de conteúdos que podem ser correlacionados, e que de forma interdisciplinar podem ser trabalhados em sala de aula pelos professores. Um exemplo seria a relação entre o ensino de função em matemática e o ensino da cinemática na física.

Os conteúdos curriculares de cinemática e função Afim, ambos trabalhados na 1º série do ensino médio, se relacionam entre si, em especial possuem linguagens e características em comum, permitindo assim que o professor de matemática trabalhe o conteúdo de função contextualizado pela física e que o professor de física trabalhe a cinemática utilizando os recursos da matemática, no entanto, de forma articulada a ser trabalhada em sala de aula pelos professores concomitantemente, ou seja, ao mesmo tempo, auxiliando os estudantes na aquisição de conhecimentos que sejam suficientes para que ele alcance a aprendizagem.

2.2 O ENSINO DE CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO E SUA RELAÇÃO COM FUNÇÃO

No ensino, os modelos teóricos podem ser descritos através de observações, experiências ou manipulações de variáveis, assim é fundamental que a linguagem utilizada na física seja própria, por meio de conceitos e terminologia específicas. No entanto, em determinados casos a descrição matemática, como tabelas e gráficos, pode ser utilizada como uma linguagem ou como estruturante dos modelos físicos na validação por exemplos de práticas ou aplicações tecnológicas que nos cercam.

Na introdução da cinemática no ensino médio, o professor deve utilizar diferentes recursos capazes de promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos, dando sentido naquilo que está sendo estudado, de forma a levar o aluno a adquirir novos significados. Por exemplo, ao trabalhar com a cinemática em sala de aula, é importante que o professor introduza ao mesmo tempo a utilização das principais grandezas e unidades de medidas e suas relações, que podem ser abordadas pela linguagem matemática ou gráfica.

Considerando as características e métodos de ensino necessários para o estudo da cinemática, Fukui, Molina & Venerando (2016, p. 330) descrevem a necessidade de desenvolver no aluno algumas “[...] habilidades e competências que relacionam a linguagem, como ler e interpretar símbolos e códigos; identificar e interpretar diferentes formas de representar movimentos, como trajetórias, tabelas, gráficos, diagramas e expressões algébricas”.

Segundo Sousa (2010), é necessário que o aluno mobilize conhecimento sobre funções de 1º e 2º grau para melhor compreender em cinemática as descrições dos movimentos uniforme (MU) e uniformemente variado (MUV).

Analisando, portanto, um móvel que esteja em MU, devemos estabelecer uma relação entre deslocamento e variação do tempo, já que a velocidade passa a ser constante. Ou seja, é possível descrever a posição de um móvel ao longo do tempo, onde o deslocamento realizado passa a depender do tempo percorrido que é independente.

Utilizando a linguagem matemática, a partir da expressão $V = \Delta S / \Delta t$, é possível afirmar que se a velocidade for constante, as duas grandezas ΔS e Δt são ditas diretamente proporcionais, por isso, temos a representação equivalente em que $\Delta S = V \cdot \Delta t$. A partir desta relação é possível estabelecer por meio da manipulação das variáveis e definições conceituais da física, a expressão da função de posição ou equação horária da posição no MU, que fornece a descrição do movimento retilíneo uniforme – MRU, descrito por $S = S_0 + V \cdot t$, onde, S é a posição do móvel no instante $t > 0$ qualquer, S_0 é a posição inicial (correspondente a $t = 0$) também chamada de origem das posições, V é a velocidade escalar (velocidade do móvel em cada instante considerado, sendo esta constante), e t o tempo decorrido ao longo do percurso.

A descrição da função horária das posições em MU se relaciona diretamente com a descrição de uma função Afim ou função do 1º grau estudado em matemática, onde se utiliza a representação dada pela lei $y = ax + b$, em que a e b são números reais dados e $a \neq 0$. Comparando os termos das duas expressões exibidas, podemos apontar que a variável t e S na física é representado respectivamente em matemática por x e y .

No contexto apresentado, seguindo as relações entre a física e a matemática, se o aluno adquirir certo grau de conhecimento matemático do estudo de função Afim, conseguindo operar de forma contextualizada na física, então é possível que o ensino e aprendizagem sejam alcançados com maior clareza, deixando de lado a memorização de fórmulas prontas e trabalhando com a construção de conceitos que podem se representados por uma expressão matemática.

As funções horárias ou função Afim são expressões facilitadoras da descrição de fenômenos físicos ou matemáticos. No entanto, o estudo destas funções que exigem a descrição da posição em função do tempo, ou y em função de x , para todo e qualquer instante de tempo, nos permite buscar novas formas de representação deste movimento que sejam ainda mais atrativas e visualmente eficazes, sem deixar de lado a descrição e as informações precisas de um determinado tema. Diante da tal necessidade, uma possível saída está na representação de gráfico de linhas, seja ela feita por meio de dados contidos em tabelas ou pelas próprias expressões matemáticas.

2.3 IMPLICAÇÕES DO ENSINO DE MATEMÁTICA NA INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DE GRÁFICOS DE MU.

No estudo dos diferentes tipos de movimentos, o professor deve sempre apresentar os conceitos descrevendo suas características e propriedades. No caso do ensino de MU é possível que através da definição da expressão da velocidade média, seja possível descrever a

função horária dos espaços em função do tempo, associando as variáveis S x t para representar diversas situações cotidianas que envolvem os fenômenos físicos com procedimentos matemáticos.

O conceito de função tratada como um processo matemático é introduzido no ensino médio e os livros didáticos estabelecem diferentes formas possíveis de representá-la. A definição de função pode ser dada como uma relação entre dois conjuntos, pela relação de dependência entre grandezas, pela definição de fórmulas (equações) de domínio real, por pares ordenados dispostos em tabelas ou pela representação de gráficos no plano cartesiano. Para Paiva (2009, p. 93), nestas representações “[...] a linguagem gráfica é cada vez mais utilizada como meio de comunicação. Além de proporcionar, de maneira eficaz, uma síntese de informações, ela permite uma rápida leitura”.

Na física, a utilização de gráficos para representar um MU é uma ferramenta muito utilizada e eficaz, pois através da representação de um gráfico de linha é possível identificar elementos de uma linguagem algébrica (descrita por função), além de estabelecer de forma visual uma relação entre as grandezas de posição, velocidade ou aceleração em função do tempo, por exemplo.

A análise, interpretação e representação de um gráfico na cinemática são importantes na aprendizagem do estudante, além de serem muitos utilizados em diversas áreas do conhecimento. Porém, na maioria dos casos é pouco compreendido pelos alunos, que não conseguem visualizar ou assimilar a relação entre a trajetória descrita por uma linha e os valores de S variando em função de t . Outra fonte de dificuldade pode ser atribuída às concepções alternativas, que são ideias ou conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do indivíduo e, portanto, o estudante não assimila ou faz relações corretamente sobre o que está estudando.

De forma geral, no estudo da cinemática o importante é que o estudante consiga transitar entre as representações verbal, gráfica e algébrica. Por isso, devemos sempre enfatizar as análises e interpretações de gráficos para as expressões matemáticas como funções, procurando entender as implicações físicas envolvidas, onde o professor passa a ser o mediador do ensino e aprendizagem.

No meio científico, os gráficos se tornaram uma das principais ferramentas de criação e divulgação de seus dados por expressar padrões de comportamento e relacionar diferentes variáveis, constituindo modelos que são utilizados no meio físico. “Os gráficos resumem uma grande quantidade de informações que podem ser facilmente percebidas. A habilidade de trabalhar confortavelmente com gráficos é uma ferramenta básica dos cientistas” (Agrello; Garg, 1999, p. 103).

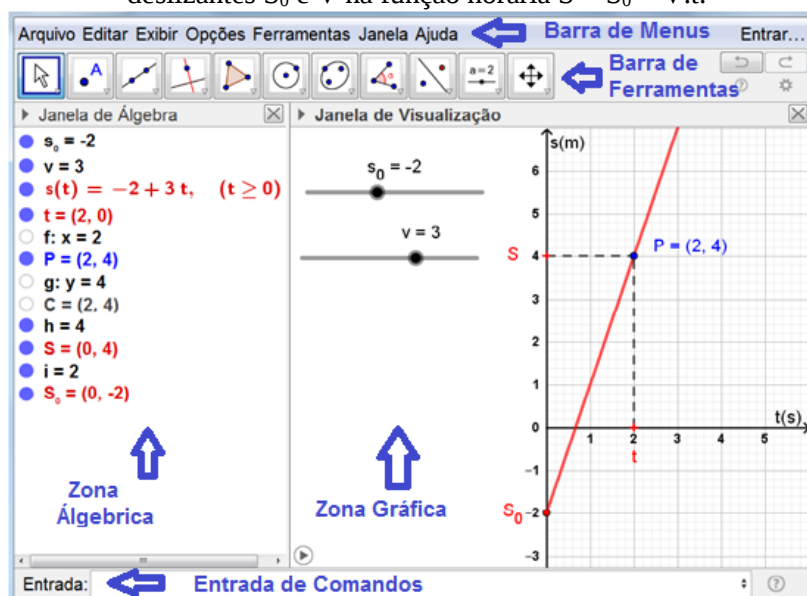
No ensino de cinemática é importante que o professor, ao trabalhar com o MU, apresente aos alunos as características de um gráfico S x t ou V x t , assim como as funções horárias correspondentes a cada gráfico. Para a demonstração em sala de aula, uma sugestão é que o professor faça uso da tecnologia, que facilite a elaboração, apresentação e análise de cada situação gráfica através da variação dos coeficientes S_0 e V , respectivamente correspondentes a **b** e **a** da função $A_{\text{fim}} y = ax + b$.

A utilização de recursos digitais no ensino, além de ser cada vez mais frequente, facilita a comunicação e ampliação das possibilidades do professor em sala de aula como recurso pedagógico. No ensino de física, o uso de tecnologia permite, por meio da visualização dinâmica e manipulação de variáveis, a representação de modelos científicos que podem favorecer a aprendizagem.

Na matemática, por sua vez, um recurso muito utilizado para trabalhar com a descrição de um gráfico a partir de uma expressão (função) é o *software* GeoGebra¹, que se destaca por ser gratuito e de fácil instalação², podendo ser utilizado por diferentes disciplinas, entre elas a física, de modo a auxiliar o professor na visualização e representação de dados de forma interativa, além de variadas funcionalidades disponíveis.

Na Figura 1 é possível observar algumas características do *software* GeoGebra², com algumas informações de uma função e sua representação gráfica utilizada no ensino de cinemática e em específico no MU, que pode auxiliar o professor nas aulas por meio da interatividade disponível entre a construção e análise de um gráfico.

Figura 1 - Interface do software GeoGebra demonstrando um gráfico $S \times t$, e o uso de controles deslizantes S_0 e V na função horária $S = S_0 + V.t$.



Fonte: Autor.

Dentre as funcionalidades do software GeoGebra, podemos destacar (Figura 1) a zona algébrica que apresenta todos os comandos utilizados na criação do gráfico e em especial a função $S(t) = S_0 + V.t$, com a restrição de que $t > 0$, e as variáveis S_0 e V . Na zona Gráfica o professor pode ainda demonstrar aos alunos o comportamento gráfico para diferentes valores de S_0 e V por meio de controles deslizantes que se alteram ao mover para direita ou esquerda o comando representado pelo ponto S_0 e V .

A descrição gráfica é válida para representar e demonstrar situações diversas, seja elas da matemática ou da física no campo visual e tem aqui como objetivo, fazer com que os alunos percebam a importância da física descrita por expressões matemáticas e que estas expressões ajudam na descrição de fenômenos científicos.

Todas estas descrições utilizadas no ensino de MU nos ajudam a perceber a importância e a aplicabilidade do nosso estudo, seja ele aplicado na física ou na matemática, através da definição e representação de uma função horária e consequentemente gráfica.

¹ Vídeos tutoriais de como utilizar o *Software* GeoGebra (INSTITUTO GEOGEBRA NO RIO DE JANEIRO, acesso em 12 de maio 2020).

² Disponível para a instalação em: <<https://www.geogebra.org/download>>. Acesso em 20 nov. 2020.

2.4 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem significativa proposta por Ausubel é classificada como cognitivista e faz uma reflexão sobre o que é ensinar e aprender, partindo do ponto de vista de que só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa. Portanto, para a promoção da aprendizagem o mais importante é considerar aquilo que o indivíduo já sabe.

De acordo com Moreira (1985, p. 62) as “[...] novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que os conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo” a qual Ausubel define como subsunsores e que para Moreira (2012) funcionam como ponto de ancoragem ou ideias âncoras, onde a cada novo significado adquirido torna-se uma ideia âncora para o próximo e novo conhecimento, sendo este um processo contínuo.

As informações se organizam na estrutura cognitiva do indivíduo por meio de uma hierarquia conceitual, partindo de conceitos mais gerais e abrangentes para então chegar a conteúdos mais específicos, na qual a interação entre os conhecimentos prévios e conhecimentos novos passa a ser o componente que mais influencia na ocorrência de uma Aprendizagem Significativa de novos conhecimentos.

À medida que os indivíduos vão interagindo com estes subsunsores, eles irão ganhando novos significados e então a assimilação do conteúdo é facilitada. Porém, na visão de Ausubel, se nas novas informações apresentadas houver pouca ou nenhuma interação na estrutura cognitiva já existente do aprendiz, o que ocorreu foi uma aprendizagem mecânica. No entanto, todo o processo de interação se dá pela ancoragem + modificações + assimilação, formando um ciclo contínuo onde a cada momento o novo conhecimento se ancora, modifica e assimila.

Com o propósito de promover uma aprendizagem significativa, Moreira (1985) destaca duas condições, segundo Ausubel, que influenciam nos processos de aprendizagem que são: o novo conteúdo deve ser apresentado por meio de um material instrucional potencialmente significativo e o estudante deve apresentar uma predisposição para aprender significativamente esse novo conteúdo, de forma a relacionar os novos conhecimentos a seus conhecimentos prévios.

As duas concepções propostas estão relacionadas e se complementam, pois para que o aprendiz esteja predisposto a aprender, o material tem que ser potencialmente significativo através da incorporação de subsunsores ou ideias âncoras relevantes. Portanto, se estas condições não forem alcançadas, podemos dizer que não houve uma aprendizagem significativa e sim uma memorização.

Para nortear o trabalho em sala de aula, Ausubel na visão de Moreira (1985), determina que a Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integrativa são duas maneiras que direcionam os processos em que uma sequência deve ser trabalhada, favorecendo assim a ocorrência de uma aprendizagem significativa. Para Moreira (2012, p. 18) “[...] o sujeito que aprende vai diferenciando progressivamente e, ao mesmo tempo, reconciliando integrativamente, os novos conhecimentos em interação com aqueles já existentes”.

Assim, no processo de aprendizagem o professor deve ser o mediador de novas atividades que promovam a negociação de significados, propondo atividades colaborativas (como por exemplo, a resolução de situações-problemas, leitura de textos, realização de experimentos e uso de simulações computacionais em sala de aula) e em pequenos grupos, de forma a contemplar a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. No entanto, devemos observar, a fim de que isso ocorra que o material deve ser potencialmente significativo e que promova um conhecimento contextualizado e integrado na estrutura

cognitiva do indivíduo e, portanto, a estruturação sequencial deve ser um facilitador na organização dos novos subsunçores de forma hierárquica, partindo do mais geral para o específico.

Ao se trabalhar com um MI, devemos respeitar a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora ao longo da sequência e, além disso, considerar que a organização sequencial e a consolidação são princípios facilitadores para uma efetiva aprendizagem.

As atividades que facilitam a aprendizagem significativa dependem de novas diretrizes e de novas posturas do docente nos métodos utilizados para a avaliação, procurando deixar de lado métodos que incentivam a aprendizagem mecânica.

No entanto, contrariamente a ideia radical defendida por Ausubel, onde é proposto que uma nova situação possa ser apresentada ao aprendiz no momento da avaliação, Moreira (2012) sugere que a avaliação deve priorizar a compreensão, a captação de significados, a capacidade de transferências do conhecimento a situações novas e que estas situações devem ser abordadas ao longo do processo instrucional de forma progressiva, na qual o estudante possa refazer várias vezes as atividades propostas, assumindo um caráter recursivo.

Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. (Moreira, 2012, p. 24).

Adotando um modelo de avaliação formativa e recursiva ao longo de todo o processo instrucional elaborado, se entende que então seria natural incluí-las na avaliação final da aprendizagem, como exemplo em pré-teste e pós-teste, para então verificar se de fato houve ou não indícios da ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Moreira (2011, p. 3) considera que “[...] só há ensino quando há aprendizagem e esta deve ser significativa; ensino é o meio, aprendizagem significativa é o fim; materiais de ensino que busquem essa aprendizagem devem ser potencialmente significativos”. Portanto, para consolidar e promover uma aprendizagem que seja significativa e não mecânica, Moreira (2011) estabelece um passo a passo para o desenvolvimento e implementação do que ele chamou de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que são sequências de estratégias que auxiliam o aluno a assimilar e organizar novos conceitos.

Segundo Moreira (2011) para a construção de uma UEPS recomenda-se: 1º - Definir e identificar o conteúdo; 2º - Coletar os conhecimentos prévios dos alunos; 3º - Propor situações-problema levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos a fim de prepará-los na inserção de conteúdos específicos; 4º - Discutir o conteúdo, apresentando o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, começando dos aspectos mais gerais para os mais específicos; 5º - Discutir o conteúdo novamente, retomando os aspectos mais gerais diversificando com outros instrumentos de ensino com um maior grau de complexidade; 6º - Insistir no domínio do conteúdo, dando seguimento ao processo de diferenciação progressiva, buscando a reconciliação integrativa; 7º - A avaliação da aprendizagem deve ser frequente e progressiva na busca de evidências da Aprendizagem Significativa; e 8º - O êxito de uma UEPS só poderá ser certificado se a avaliação dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema).

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A presente pesquisa foi realizada em uma escola Estadual de Ensino Médio localizada na região metropolitana de Vitória/ES com três turmas matriculadas na primeira série do ensino médio durante o ano de 2021, com alunos de idade entre 14 e 17 anos. Nestas turmas havia em média 44 alunos matriculados em cada turma, totalizando 132 alunos. Porém, para uma análise quantitativa da pesquisa, foram analisados inicialmente apenas os dados coletados por 98 alunos presentes nas aulas em que foi aplicado o pré-teste. Posteriormente para análise do pós-teste foram analisados os dados de apenas 67 alunos por terem participado tanto do pré-teste quanto do pós-teste.

Destaca-se que no referido ano, devido à pandemia da Covid-19, a rede estadual de educação do Estado do Espírito Santo iniciou o ano letivo ofertando o ensino em duas modalidades: o ensino exclusivamente remoto e o ensino híbrido, alternando entre o presencial e o remoto.

No ensino remoto os alunos recebiam, por meio do acesso a plataforma do Google Sala de Aula³, as atividades em formato de apostilas que continham o resumo do conteúdo, vídeo aulas e atividades, além de questionários avaliativos do conteúdo que tomariam contato online, pelo Google formulário.

No ensino híbrido, os alunos que assim optaram foram divididos em dois grupos classificados pelas cores azul e verde, que se alternavam semanalmente entre o presencial na escola, com revisão de conteúdos/atividades, e outra semana em casa, com atividades online através do Google Sala de Aula, seguindo o mesmo modelo já mencionado para o ensino remoto.

No entanto, o ensino híbrido foi suspenso entre os dias 15 do mês de março até o dia 04 de junho, por determinação do governo do estado do Espírito Santo, ocasionado pelo crescente número de casos da covid-19 registrados no período.

Entretanto, com o intuito de dar continuidade à aplicação do MI, após a suspensão das aulas no modelo híbrido foi planejado com os alunos a realização de aulas a serem realizadas parcialmente de forma online, via Google Meet⁴ (previamente agendadas com os alunos), para todos os alunos ao mesmo tempo e em um só ambiente de aprendizagem e parcialmente de forma síncrona, com atividades desenvolvidas na plataforma do Google Sala de Aula, como por exemplo, o envio de arquivos por meio de fotos de suas atividades ou questionários de algumas das questões propostas no MI, organizadas através dos Formulários do Google, incluindo o pós-teste.

Ao todo, os alunos tiveram 4 aulas de aplicação do MI presencialmente, incluindo a aplicação do pré-teste em todas as turmas e ainda mais 8 momentos de interação via *Meet*, para que se pudesse concluir as aulas previstas.

Os alunos matriculados na 1ª série do referido ano apresentaram, em sua totalidade, uma característica em comum na qual todos são concluintes do 9º ano do ensino fundamental no ano anterior, portanto, neste grupo de alunos não temos alunos repetentes de ano/série que possivelmente já tenha sido apresentado ao conteúdo de cinemática da disciplina de física, conforme descrito na Matriz Curricular do Ensino Médio, disponibilizado pela Secretária da Educação do Estado do Espírito Santo (Espírito Santo, 2018).

Neste trabalho a pesquisa detém um caráter semi qualitativo, com foco no conteúdo e na aprendizagem do aluno. Pontuo ainda que foi construído e aplicado um produto

³ O Google Sala de Aula é uma plataforma central de ensino e aprendizagem.

⁴ Google Meet é um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo [Google](https://www.google.com/meet/).

educacional em formato de um MI, relacionando os conteúdos de cinemática e função Afim, tomando como referencia a Teoria da Aprendizagem Significativa, sendo que o MI destina-se ao professor da disciplina de física, com possibilidade de ser aplicado de forma articulada com o professor da disciplina de matemática, e em vista disso, destaco a possibilidade de que as aulas previstas no MI sejam aplicadas em parte pelo professor de física e em outra parte pelo professor de matemática, ambos em suas aulas, de forma conjunta e concomitante, auxiliando um ao outro na apresentação dos conceitos e definições inerentes ao conteúdo abordado pelo material.

As etapas do trabalho consistiram em aplicar o pré-teste, desenvolver as aulas do MI e aplicar o pós-teste. O pré-teste foi elaborado e aplicado logo no início do 1º trimestre do ano letivo, devido ao fato da pesquisa ter como objetivo a coleta de dados antes mesmos de qualquer instrução sobre o conteúdo a ser trabalhado no MI. O pré-teste se limitava a coletar os conhecimentos prévios dos estudantes de forma individual e possibilitar ao docente a organizar as ações a serem desenvolvidas no MI.

Na sequência, o desenvolvimento das aulas devem seguir as orientações propostas no MI, conforme o resumo apresentado no Quadro 1, seguindo as orientações de elaboração de uma UEPS e as estratégias de ensino segundo os aspectos transversais apresentados por Moreira (2011).

Quadro 1 – Resumo das aulas segundo os passos de uma UEPS

Aula	Tema	Objetivos	Descrição	Duração da aula
Aula 1	Pré-teste	Identificar conhecimentos prévios (Etapa 2 da UEPS)	Atividades com questões discursivas e objetivas	1 aula de 50 mim
Aula 2	Conceituar velocidade média e instrumentalizar conceitos básicos de cinemática	Organizador Prévio e Apresentação de conceitos iniciais. (Etapa 2 e 3 da UEPS)	Discussão do texto “Velocidade” Atividade prática utilizando o Google Maps.	1 aula de 50 mim
Aula 3	Diversificar diferentes representações de dados $S \times t$ no MU.	Apresentar os conceitos de forma introdutória, com aplicações de situações problemas. (Etapa 3 da UEPS)	Coletar dados da pesquisa proposta na atividade 4 da aula anterior. Trabalhar com diferentes tipos de representação para certo movimento.	1 aula de 50 mim
Aulas 4 e 5	Discutir o conteúdo definindo MU e descrever uma função horária de $S \times t$.	Sistematizar os conceitos apresentados. Consolidar e aprofundar os conhecimentos (Etapa 3 e 4 da UEPS)	Representar uma função horária; Resolver os exercícios propostos; Corrigir a atividade proposta com características de recursividade.	2 aulas de 50 mim
Aulas 6 e 7	Interpretação de gráficos $S \times t$ e $V \times t$ por aplicativo GeoGebra.	Discutir o conteúdo, consolidando e aprofundando os conhecimentos do mais geral para o específico. (Etapa 4 e 5 da UEPS)	Construção e Análise gráfica; Leitura e Interpretação de gráficos Determinação gráfica da velocidade ou Inclinação de uma reta no gráfico $S \times t$; Uso do software GeoGebra; Propor exercício 1 e 2.	2 aulas de 50 mim

			Gráfico $V \times t$; Propor exercício 3 a 8.	
Aula 8	Atividade Experimental	Consolidar e aprofundar conhecimentos. Promover a interação social entre os alunos para que eles negociem significados. (Etapa 5 da UEPS)	Utilizar um experimento simples e de baixo custo para observar e analisar o MU relacionando-o a uma função Afim por meio da representação gráfica.	1 aula de 50 mim
Aulas 9 e 10	Análise de gráficos cumpridos em várias etapas e encontro de dois móveis.	Apresentação de uma nova situação problema promovendo a reconciliação integradora. (Etapa 5 e 6 da UEPS)	Analisar diferentes tipos de gráficos cumpridos em várias etapas; Determinar o deslocamento de um corpo através de um gráfico $V \times t$; Calcular o instante ou a posição do encontro de dois móveis; Resolver exercícios propostos.	2 aulas de 50 mim
Aula 11	- Utilização de gráfico de linhas para representar a evolução temporal da posição em função do tempo.	Retomar os aspectos mais gerais diversificando com outros instrumentos; Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, buscando a reconciliação integrativa; (Etapa 5 e 6 da UEPS)	Descrever através de gráficos diferentes posições em função do tempo; Expressar por palavras certos tipos de movimento representados em gráficos de linhas.	1 aula de 50 mim
Aula 12	Aplicação do Pós-teste	A avaliação da aprendizagem de forma recursiva e formativa. (Etapa 7 da UEPS)	Aplicar o pós-teste a fim de avaliar de forma progressiva e recursiva; Coletar informações a respeito da aprendizagem dos alunos ao final da sequência.	1 aula de 50 mim

Fonte: Autor.

No MI estão dispostas atividades diversificadas, que retratam o ensino de cinemática e em específico o MU, a leitura, representação e interpretação de gráficos da posição e velocidade em função do tempo de um MU e a sua relação com a função Afim.

No decorrer das aulas o professor deve levar em conta a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, verificando se as atividades propostas apresentam características próprias que contribuirão e ao mesmo tempo promoverão nos alunos, por meio da interação, a apropriação de conhecimentos novos. Portanto, para verificar e acompanhar o processo de aprendizagem dos alunos durante a aplicação do MI, foram utilizadas perguntas presentes no MI, questões propostas ao final das aulas e anotações pessoais do professor como instrumentos de coleta de dados.

As perguntas lançadas ao longo do MI procuram promover a negociação de significados dos conceitos em estudo, onde a interação entre professor e aluno é necessária para diferenciar progressivamente o novo conteúdo. As questões propostas como exercícios buscaram verificar e aprimorar, por meio de exemplos, os conceitos novos apresentados em cada aula, reconciliando integrativamente o conteúdo e assumindo um caráter de recursividade, as atividades foram corrigidas e discutidas em sala de aula.

Na última etapa, após a aplicação do MI, aplicou-se o pós-teste com 15 questões objetivas elaboradas em acordo com o MI, retratando o conteúdo de forma recursiva buscando avaliar se houve ou não ocorrência de aprendizagem, o que pode ser estimado a partir da análise dos dados coletados entre o pré-teste e o pós-teste, buscando inferir se o material de fato é potencialmente significativo.

Na avaliação da aprendizagem do aluno foi considerado o nível inicial representado pelos seus conhecimentos prévios, seguidos de um modelo de avaliação formativa e recursiva ao longo da sequência e os resultados finais do pós-teste, objetivando investigar qual foi a influência dos materiais instrucionais na evolução do conhecimento pertinente ao estudo do MU por diferentes formas de linguagem e representações usadas nas ciências físicas, sempre procurando evidências de uma aprendizagem significativa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise dos dados e dos resultados obtidos nas questões do pré-teste, destaca-se o fato de que os conhecimentos apresentados pelos alunos condizem apenas aos conhecimentos supostamente advindos dos anos anteriores. Salientamos ainda que os alunos apresentaram, na sua maioria, dificuldades de interpretação de informações, leitura de dados como localização de pontos e variações de diferentes posições em função do tempo, envolvendo a descrição gráfica $S \times t$ representando o movimento de um objeto em uma dimensão, distribuído em várias etapas.

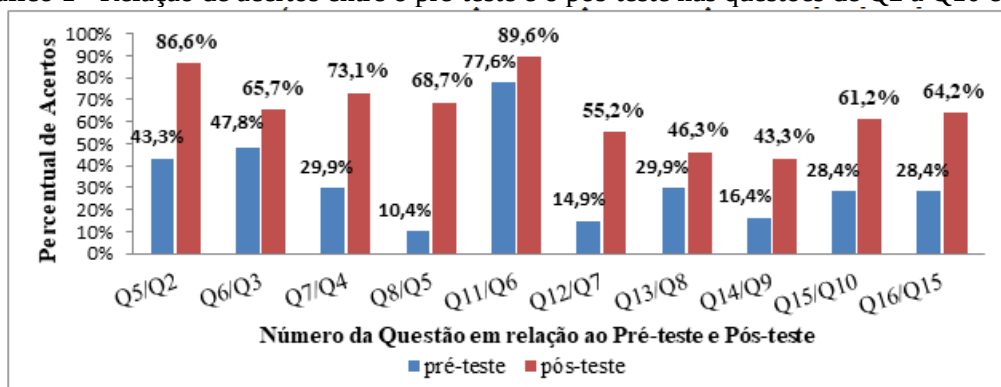
É possível inferir diante dos resultados do pré-teste que os alunos não veem no gráfico uma forma de representação visual de dados coletados em uma situação problema que esteja organizada em uma tabela ou reta orientada, e ainda, quando atribuído à necessidade de fazer tais descrições de pares ordenados no plano cartesiano, a maioria dos alunos apresentaram certas dificuldades ou até mesmo não souberam representá-los de forma correta. Identificou-se também que os alunos não detinham conhecimento do conceito de função, principalmente o que é descrito por uma função horária (função Afim) e suas relações.

Considerando os conhecimentos prévios dos alunos e suas concepções alternativas verificadas no pré-teste, foi observado que a maioria dos alunos ainda não conseguia relacionar o movimento expresso por um desenho ou tabela com um tipo de gráfico. Verificou-se também a ausência de referentes S e t , por exemplo, na representação de gráficos, dificuldades com os valores de pares ordenados dispostos erradamente no plano cartesiano, como exemplo, os valores de S no eixo horizontal e t no eixo vertical; A descrição de padrões no valor das variáveis dependentes S em função das variáveis independentes t , por exemplo, a variação da velocidade ou posição de um móvel entre os intervalos t_1 e t_2 ; Analisar gráficos $V \times t$, inferindo, por exemplo, se o móvel está imóvel ou não.

As questões utilizadas no pós-teste foram compostas em parte por perguntas idênticas aplicadas no pré-teste e em parte pelas questões elaboradas semelhantemente as questões já abordadas durante as aulas do MI, nos exercícios propostos com a intenção de analisar se houve evolução na aprendizagem em relação aos conceitos ensinados. Neste último grupo as questões têm como característica avaliar os mesmos conceitos já estudados, porém apresentando um grau maior de aprofundamento em relação ao pré-teste.

Em relação aos resultados obtidos no pós-teste, estão destacados no Gráfico 1 para melhor visualização o desempenho dos alunos quando comparados os percentuais de acertos entre o pré-teste e o pós-teste. Utilizou-se os termos Q5/Q2, por exemplo, para indicar que a questão 05 aplicada no pré-teste é idêntica à questão 02 aplicada no pós-teste.

Gráfico 1 - Relação de acertos entre o pré-teste e o pós-teste nas questões de Q2 a Q10 e Q15



Fonte: Autor.

Nestas questões (Gráfico 1) se individualizam por vincular os conceitos físicos abordados de MU analisados a partir da interpretação de dados contidos em uma tabela S x t, por gráficos de linhas S x t composto por diferentes etapas e ainda pela determinação do encontro entre dois móveis.

Nas questões de Q5/Q2 a Q8/Q5 os alunos deveriam através de dados da posição x tempo contidos em uma tabela S x t, (Figura 2) responder as perguntas nesta ordem: a velocidade média; a posição inicial do Móvel; o instante em que o móvel passa pela origem da trajetória e a identificação e descrição de uma função horária do móvel em MU, sendo esta última a questão onde se identificou a maior variação percentual de acertos entre o pré-teste e pós-teste, obtendo um aumento de 58,3% no número de acertos.

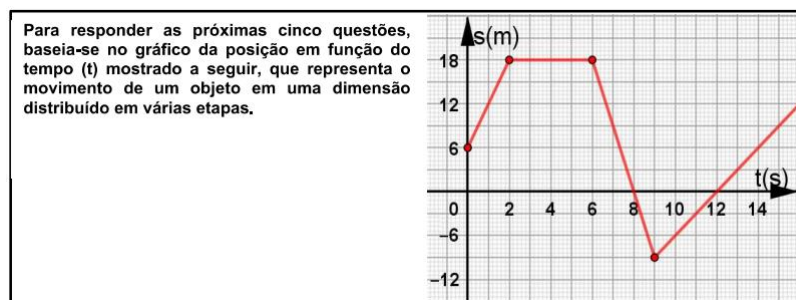
Figura 2 – Enunciado e tabela S x t contendo dados para as questões de 02 a 05, utilizada no Pré-teste e Pós-teste

Considere o enunciado a seguir e a tabela para responder as questões de 2 a 5.							
Thiago é preparador físico e treinador do atleta Samuel que participa de maratona como a corrida de São Silvestre em São Paulo. Em um determinado trecho da maratona onde Samuel estava com velocidade constante, o treinador Thiago fez algumas marcações da posição em metros e tempo em segundos conforme a tabela a seguir:							
Tabela: Posição x tempo							
t(s)	0	1	2	3	4	5	6
S(m)	-15	-10	-5	0	5	10	15

Fonte: Autor.

Nas questões de Q11/Q6 a Q15/Q10, foram obtidos os dados através da análise realizada pelos alunos de uma descrição gráfica S x t, (Figura 3), que retrata o movimento de um objeto em uma dimensão distribuído em varias etapas, abordando os conteúdos da disciplina de cinemática, como: a posição inicial do móvel; o espaço percorrido pelo objeto entre dois instantes; a posição do móvel no instante t qualquer; a velocidade escalar média num certo instante de tempo específico e os instantes em que o móvel passa pela origem da trajetória, respectivamente.

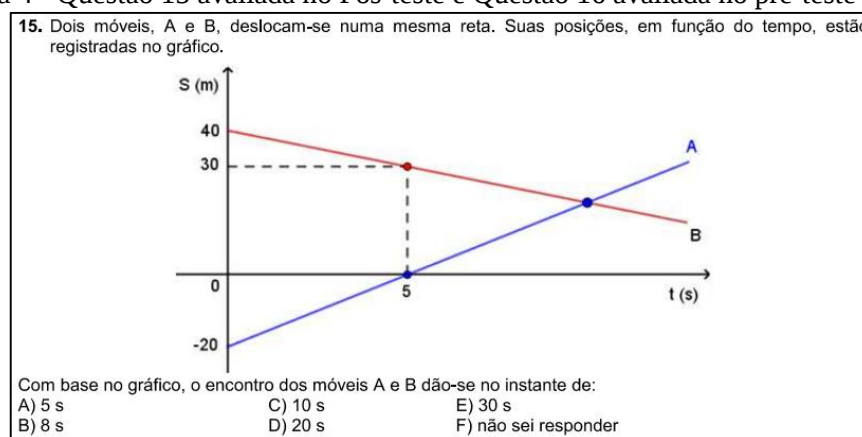
Figura 3 - Enunciado e Gráfico S x t contendo dados para as questões de 06 a 10 utilizadas no Pré-teste e Pós-teste



Fonte: Autor.

Na questão Q16/Q15 (Figura 4), foi apresentada, por meio de uma descrição gráfica das posições em função do tempo, a trajetória de dois moveis A e B que se deslocam em sentidos opostos e os alunos deveriam estabelecer o instante em que haveria o encontro entre os dois, o que poderia ser definido a partir da igualdade entre as funções horárias de cada um deles, onde para tal o próprio aluno deveria fazer a descrição destas funções a partir das informações contidas pela descrição gráfica S x t.

Figura 4 - Questão 15 avaliada no Pós-teste e Questão 16 avaliada no pré-teste



Fonte: Autor.

Com base nos resultados demonstrados pelo Gráfico 1, pode se observar que o percentual de acertos dos alunos no pós-teste para estas questões foi melhor que a do pré-teste, evidenciando que houve sim uma evolução conceitual do conteúdo a partir da aplicação do MI.

E ainda pode-se dizer que em todas as questões do pós-teste de Q2 a Q10 e Q15, houve a ocorrência de uma maior conformidade nas respostas dos alunos, indicando ser originada pela utilização de diferentes materiais instrucionais utilizados nas aulas. Esse fato demonstra que os alunos possuem uma melhor base conceitual do conteúdo e que estão resolvendo as questões com mais segurança. Logo, pode-se dizer que mesmo aqueles que não acertaram a questão podem, em trabalhos futuros, apresentar conceitualmente melhores resultados se levarmos em consideração o que foi apresentado por este MI.

Nas demais questões do pós-teste que foram elaboradas a partir do conteúdo apresentado aos alunos nas aulas através do MI, estas se destacam por serem mais específicas

e estão relacionadas à representação de um gráfico de linhas $S \times t$ ou $V \times t$, além da descrição de uma função horária das posições com o objetivo de verificar o domínio dos conteúdos trabalhados nas aulas e se elas foram significativas para a aprendizagem.

Outra característica destas questões do pós-teste é que elas apresentam um contexto que relaciona o conceito físico com os procedimentos matemáticos necessários na maioria delas para solucionar a questão, evidenciando a interdisciplinaridade utilizada durante a aplicação do MI.

Identificou através da questão Q1 do pós-teste que 86,6% dos alunos conseguiram identificar e descrever por meio de uma função horária o instante em que o móvel chegaria a certa posição definida por uma trajetória. Na questão Q11, a partir da descrição de uma função horária da posição x tempo no MU, 79,1% dos alunos demostraram saber identificar e representar em um plano cartesiano a descrição gráfica $S \times t$.

Na questão Q13, de forma inversa ao que foi proposto na questão Q11, apresentou-se uma representação gráfica característica de uma função Afim e correspondente a uma função horária das posições, para que os alunos, através de uma leitura visual e a partir da interpretação dos dados, pudessem definir os coeficientes S_0 e V e consequentemente, descrever a expressão $S = S_0 + V.t$ correspondente da representação gráfica, o que foi feito de forma correta por 58,2% dos alunos.

Observa-se que estes resultados obtidos nas questões Q11 e Q13 representam um aumento de 41,1% e 21,6%, respectivamente, no número de acertos quando comparadas ao que foi apresentado pelos alunos em questões semelhantes abordadas durante a aplicação do MI nos exercícios propostos.

Nas questões Q12 e Q14 do pós-teste, os resultados encontrados demostraram ser praticamente os mesmos já apresentados pelos alunos durante a aplicação do MI, sendo possível dizer que não houve indícios de melhoria em relação aos conceitos que já haviam sido apresentados na aula, pois na Q12 apenas 28,4% dos alunos conseguiram identificar de forma correta a descrição gráfica $V \times t$ no MU, através da identificação do valor numérico do coeficiente V (velocidade escalar constante) e na questão Q14, apenas 29,9% dos alunos conseguiram identificar a velocidade escalar média de um móvel em certo intervalo de tempo representado por um gráfico $V \times t$ composto por diferentes MRU.

De forma geral, destaca-se ter obtido uma evolução conceitual que envolve a representação de gráficos utilizando-se do plano cartesiano, inferido através dos resultados do pós-teste. E ainda, diante dos resultados apresentados, cabe aqui mencionar que durante o desenvolvimento de todo o trabalho realizado por meio do MI, procurou-se fazer uso da diferenciação progressiva partindo das ideias mais gerais e inclusivas sem deixar de lado a reconciliação integradora, que tem a função de fazer a interligação entre os diferentes conteúdos apresentados, de forma a organizar o conhecimento da melhor forma na estrutura cognitiva do aprendiz, sem deixar de lado a observação de Moreira (2012, p. 7) ao dizer que “[...] os dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva, mas parecem ocorrer com intensidades distintas”.

Deste modo, se levarmos em conta todos os resultados obtidos durante a aplicação do MI e pós-teste, pode-se inferir que eles foram satisfatórios, pois devemos considerar o fato de que as aulas foram parcialmente aplicadas remotamente através do *Meet* devido à pandemia da Covid-19, o que ocasionou, sem dúvida, em interferências na aplicação do MI.

Utilizar o *Meet* como uma ferramenta de ensino permitiu até certo ponto que o professor desenvolvesse o conteúdo proposto no MI e promovesse interações com os alunos, entretanto esta ferramenta ainda é em parte limitada quando se quer analisar o retorno dado pelos alunos nas questões discursivas durante a aula ou quando há necessidade de realizar

intervenções pontualmente no momento da execução da tarefa, ouvindo os alunos, pois o que se identificou é que nem todos os alunos interagem de forma exitosa, tendo vergonha de se expor para os outros colegas. Idealiza-se que estando em sala de aula o professor pode a todo o momento interagir com mais eficácia com todos os alunos, identificando suas dificuldades individualmente e auxiliando os estudantes na realização das tarefas.

No entanto, um grupo de alunos mostrou estar predisposto a participar das aulas e realizar as atividades, desta forma se levar em conta todos os resultados obtidos durante a aplicação do MI mais as apresentadas no pós-teste, pode-se inferir que eles foram satisfatórios, onde a expectativa objetivada no início do trabalho, que consistia na promoção de uma aprendizagem significativa sobre o estudo do MU associados ao ensino de função Afim por meio da construção e análise de gráficos de linhas para interpretar situações problemas, foi atingida.

Além disso, tendo em conta os resultados da avaliação, pode-se inferir que o bom desempenho dos alunos foi alcançado devido ao que foi proposto em cada uma das etapas do trabalho, mostrando-se eficazes para o ensino e aprendizado.

Foi possível observar ao longo da aplicação do MI que o papel da mediação juntamente com as atividades motivadoras acabou por promover uma maior interação entre os estudantes e professor/aluno, sendo possível considerar o MI aplicado o grande responsável por despertar no aluno o interesse em aprender e, portanto, contribuir para a aprendizagem através da apropriação dos conhecimentos e levando os alunos ao domínio dos conceitos estudados.

Por fim, pode se afirmar ter chegado ao final do trabalho uma vez que foi obtido êxito no que foi proposto pelo MI antes, durante e depois do trabalho desenvolvido, onde tal sucesso foi demonstrado pelos resultados alcançados no pós-teste em relação aos do pré-teste e em questões semelhantes propostas durante o desenvolvimento das aulas do MI.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho realizou-se a aplicação de um MI elaborado de acordo com a proposta de Moreira (2011) sobre a perspectiva de uma UEPS, abordando o estudo dos conceitos físicos-matemáticos de MU na cinemática, integrado ao ensino de função Afim, evidenciando por meio de equações, tabelas e gráficos de linhas a relação de dependência entre as grandezas de posição (S) e velocidade (V) em função do tempo.

No decorrer as aulas propostas, foi priorizada a utilização de situações problemas, adotando diferentes estratégias de ensino que contribuiriam para a ocorrência da aprendizagem significativa, tomando como referência as ideias propostas por David Ausubel descritas por Moreira (1985), que tem como características a interação entre conhecimentos prévios e novos.

A partir da análise dos dados coletados no pré-teste, constatou-se que os alunos matriculados no 1º ano do Ensino Médio e participantes da aplicação do MI tinham pouco conhecimento matemático prévio dos conteúdos estruturantes para o ensino de cinemática no ano/série. Por isso, o MI foi sistematizado para que os conteúdos da disciplina de física e matemática pudessem ser abordados em sala de aula concomitantemente de forma articulada e interdisciplinar, procedimento este que possivelmente nos possibilitou alcançar um resultado satisfatório, não apenas pelas estratégias diversificadas utilizadas, mas pela oportunidade de associação dos conteúdos e assimilação dos significados do objeto de estudo, o que favoreceu o ensino e a aprendizagem.

Em relação ao MI, os alunos demonstraram uma boa aceitação do material proposto, ao ser trabalhado de forma simples e objetiva de maneira a estabelecer uma conexão entre o conteúdo e sua realidade, o que despertou nos alunos a curiosidade, o interesse em participar das aulas e, conseqüentemente, a predisposição em aprender. Com isso, pode-se dizer que de fato a matemática se beneficiou através da contextualização da descrição imposta pela ocorrência dos fenômenos físicos e a física pela possibilidade de descrever tais fenômenos por meios de expressões ou representações gráficas, podendo comprovar tais fenômenos.

As atividades elaboradas e desenvolvidas no MI se mostraram eficazes na promoção de uma aprendizagem significativa, se destacando a apresentação dos conceitos de forma progressiva, diferenciando por diversos meios os novos conhecimentos e ao mesmo tempo reconciliando integrativamente através da interação com os alunos, assim como a apresentação de exercícios propostos, cada um com intensidades diferentes e proporcionando a consolidação do conteúdo.

Para alcançar o objetivo de uma aprendizagem significativa e evitar a simples mecanização da aprendizagem exploraram-se diferentes recursos nas aulas, como o uso do *software* GeoGebra, a atividade experimental e a representação de certa trajetória, destacando o deslocamento realizado por um corpo em certo instante de tempo.

A utilização desses recursos nas aulas, na opinião dos alunos, foi positiva, sendo que tais descrições acabaram por favorecer o entendimento das características próprias de uma descrição gráfica, que correlaciona conteúdos da física e da matemática demonstrando que o MI é potencialmente significativo, contribuindo para uma aprendizagem conceitual além de permitir aos alunos a capacidade de formar relações entre o conteúdo estudado e os fenômenos observados no cotidiano.

Analisando quantitativamente os dados coletados durante a aplicação do MI juntamente com os do pré-teste e em seguida comparando-o aos resultados do pós-teste aplicado como uma avaliação de caráter formativa e recursiva após as aulas do MI, observou-se em praticamente todas as questões a presença de evidências de uma evolução conceitual, indicando que os alunos entenderam o contexto das questões, sabendo aplicar seus conhecimentos a partir das aulas propostas e do MI. Por fim, pode-se constatar que por meio das diferentes estratégias adotadas se alcançou excelentes resultados, podendo inferir que houve a ocorrência de uma aprendizagem possivelmente significativa.

Devemos ainda considerar que a maioria das aulas do MI aplicadas foi realizada via *Meet*, ou seja, remotamente e, portanto, isso acabou exigindo um maior comprometimento dos alunos na aceitação do MI.

O ensino remoto mostrou-se desafiador na aplicação do MI, visto que apesar de terem ocorrido boas interações e discussões em grupos durante a aula, para o professor é gerada uma insegurança inicial por não visualizar as expressões dos alunos e não ter certeza, até que se avalie por meio de questionários, se os alunos realmente estão aprendendo ou conseguindo acompanhar o conteúdo abordado nas aulas.

Em relação aos alunos, constatou-se que através da metodologia utilizada no MI, relacionando e construindo o conhecimento a partir dos seus conhecimentos prévios, permitiu-se a ocorrência de uma assimilação dos conceitos, dando sentido ao objeto de estudo pela descrição da função horária e sua representação gráfica, onde o aluno tornou-se parte do processo de ensino e aprendizagem, aceitando o MI como um recurso aparentemente eficaz na construção do seu conhecimento.

REFERÊNCIAS

- AGRELLO, D. A.; GARG, R. Compreensão de gráficos da cinemática. **Revista brasileira do ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 103-115. 1999. Disponível em: <https://www.fisica.net/mecanicaclassica/graficos-em-cinematica.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2020.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação; Conselho Pleno. **Parecer nº 11, de 30 de junho de 2009**. Proposta de experiência curricular inovadora do Ensino Médio. Seção 1, p. 11. Diário Oficial da União, Brasília, 25 de agosto de 2009. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/parecer_minuta_cne.pdf. Acesso em: 08 mar. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 08 mar. 2020.
- ESPÍRITO SANTO. Secretária da Educação - Subsecretária de Educação Básica e Profissional. Ensino Médio Regular. **Matriz de conhecimentos por trimestre**. Vitória: SEDU, 2018. Disponível em: https://sedu.es.gov.br/Media/sedu/pdf%20e%20Arquivos/Curr%C3%ADculo/3_Ensino%20Médio%20Regular.pdf. Acesso em: 12 mar. 2020.
- FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; VENERANDO, S. O. **Ser protagonista: física, 1º ano: ensino médio**. Obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por Edições SM. Suplementado pelo Manual do professor. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.
- GEOGEBRA. **GeoGebra - Aplicativos Matemáticos**. Baixar Aplicativos GeoGebra. Software Educacional. 2020. Disponível em: <https://www.geogebra.org/download>. Acesso em 20 nov. 2020.
- INSTITUTO GEOGEBRA NO RIO DE JANEIRO. **Apresentação**. Disponível em: <http://www.geogebra.im-uff.mat.br/>. Acesso em: 12 maio 2020.
- KARAM, R. A. S. **Estruturação matemática do pensamento físico no ensino: uma ferramenta teórica para analisar abordagens didáticas** (Tese). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-29052012-134910/publico/RICARDO_AVELAR_SOTOMAIOR_KARAM.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.
- KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 181-205. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37960/28988>. Acesso em: 25 mar. 2020.

MARTINS, D. A. N. **Tratamento interdisciplinar e inter-relações entre Matemática e da Física: potencialidades e limites da implementação dessa perspectiva.** (Dissertação) Mestrado em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica. São Paulo, 2005. Disponível em: https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/11110/1/dissertacao_douglas_ap_nacci_martins.pdf. Acesso em: 09 mar. 2020.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa.** 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2020.

MOREIRA, M. A. **Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos.** 2ª edição. Editora Moraes. São Paulo, 1985.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas.** 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2020.

PAIVA, M. **Matemática – Paiva.** 1. ed. São Paulo: Moderna, 2009.

PIETROCOLA, M. **A matemática como estruturante do conhecimento físico.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 19, n. 1, p. 89-109. 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9297/8588>. Acesso em: 05 nov. 2019.

SOUSA, E. V. **Objetos de aprendizagem no ensino de matemática e física: uma proposta interdisciplinar.** Dissertação (Mestrado em Educação). Pontifícia Universidade Católica. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/11468/1/Edvaldo%20Vale%20de%20Sousa.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

Submetido em: 25/09/2023
Aprovado em: 12/10/2023
Publicado em: 21/12/2023



Todo o conteúdo deste periódico está sob uma licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), exceto onde está indicado o contrário.