

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

SEBASTIÃO ALMEIDA MOTA

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

Vitória

2021

SEBASTIÃO ALMEIDA MOTA

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

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis) do Centro de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Marcia Regina Santana Pereira.

Vitória

2021

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

M917a Mota, Sebastião Almeida, 1985-
Uma abordagem físico-matemática para o ensino de movimento Uniforme/função Afim a partir da construção e análise de gráficos / Sebastião Almeida Mota. - 2021.
196 f. : il.

Orientadora: Marcia Regina Santana Pereira.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Física. 2. Matemática. 3. Aprendizagem Significativa. I. Pereira, Marcia Regina Santana. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53



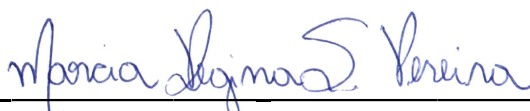
UMA ABORDAGEM FÍSICO-MATEMÁTICA PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME/FUNÇÃO AFIM A PARTIR DA CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE GRÁFICOS

Sebastião Almeida Mota

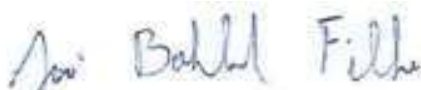
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 03 de setembro de 2021.

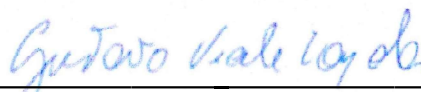
Banca Examinadora



Prof^a. Dr^a. Marcia Regina Santana Pereira
(Orientadora: PPGEnFis/UFES)



Prof. Dr. José Bohland Filho
(Membro Externo: Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Cariacica)



Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola
(Membro Interno: PPGEnFis/UFES)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família que sempre me apoiou e incentivou a estar buscando novos conhecimentos, assim como a oportunidade ofertada pelo PPGEEnFis de ter cursado o Mestrado Profissional em Ensino de Física no Centro de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Espírito Santo e aos professores pelas excelentes aulas.

Agradeço a CAPES pela bolsa de estudos ofertada como incentivo a docência e a formação profissional.

Agradeço a minha orientadora, professora Dra. Marcia Regina Santana Pereira, que me orientou e apoiou na realização desta dissertação apontando os caminhos e corrigindo rotas durante o processo da escrita.

Agradeço a participação dos estudantes nas aulas realizadas via Meet, devido ao distanciamento necessário ocasionado pela pandemia da covid-19 e toda a equipe pedagógica e corpo docente da escola EEEFM “Hilda Miranda Nascimento” pelo apoio e colaboração nas aulas online com a divulgação, espaço para a realização das aulas e incentivos dados.

“Educação não transforma o mundo.
Educação muda pessoas. Pessoas
transformam o mundo” (Paulo Freire).

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 para o 1º ano do ensino médio. O MI foi elaborado com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, inicialmente proposta por David Ausubel, e nas orientações de Marco Antonio Moreira, para a elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) em forma de sequência didática para o professor. A pesquisa busca estabelecer uma relação entre o ensino de física e matemática investigando estratégias de ensino articulado do conteúdo de MU e função Afim por meios de diferentes formas de representação do movimento em função do tempo, procurando fazer uma análise e interpretação das situações problemas alternando entre a representação por gráficos, a forma tabular, a descrição de uma função horária e a linguagem verbal. 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 o processo de ensino e aprendizagem demonstrando predisposição em realizar as atividades propostas.

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

ABSTRACT

This work reports the application of an Instructional Material (IM) that addresses concepts related to teaching uniform movement (MU) within the content of kinematics for the 1st year of high school. The IM was developed based on the assumptions of the Meaningful Learning Theory, initially proposed by David Ausubel, and on the guidelines of Marco Antonio Moreira, for the development 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 investigating strategies for teaching articulated MU content and related function through different forms of representation of movement as a function of time, seeking to analyze and interpret situations and problems alternating between the representation by graphics, the tabular form, the description of a time function and the verbal language. 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 answers can demonstrate evidence of a possible significant learning. In general, students were motivated to seek their knowledge, becoming part of the teaching and learning process, demonstrating a willingness to carry out the proposed activities.

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

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre função horária no MU e função Afim.....	29
Figura 2 - Relação entre função horária do MUV e função do 2º grau.....	32
Figura 3 - Resumo segundo o sentido para a orientação da trajetória de um lançamento vertical.	32
Figura 4 - Resumo dos diversos diagramas horários possíveis de um gráfico $S \times t$ no MU.....	37
Figura 5 - Representação de gráfico $V \times t$ no MU.....	37
Figura 6 - Gráfico $S \times t$ destacando a Inclinação da reta.	38
Figura 7 - Determinação do deslocamento em um gráfico $V \times t$ no MU.....	39
Figura 8 - Gráfico $V \times t$ com deslocamento positivo e negativo.	39
Figura 9 - Interface do software GeoGebra demonstrando um gráfico $S \times t$, e o uso de controles deslizantes S_0 e V na função horária $S = S_0 + V.t$	41
Figura 10 - Gráfico de linha apresentado como resposta da questão Q4 pelo aluno P.	73
Figura 11 - Gráfico de Barras apresentado como resposta da questão Q4 pelo aluno C.....	73
Figura 12 - Gráfico de Barras apresentado como resposta da questão Q4 pelo aluno Q.	74
Figura 13 - Tabela $S \times t$ utilizada pelos alunos para responder as questões de Q5 a Q8 no pré-teste.	75
Figura 14 - Gráfico $S \times t$ utilizado pelos alunos para responder as questões de Q11 até Q15.....	77
Figura 15 - Diferença entre deslocamento e distância percorrida.	81
Figura 16 - Reta Orientada, apresentada pelo aluno R como resposta da questão 03 presente no MI, anexo II.....	85
Figura 17 – Quadro apresentado pelo aluno R como respostas da questão 04, presente no MI no anexo II.....	86

Figura 18 - Comparando diferentes gráficos para identificar qual melhor representa a posição de um móvel em função do tempo no MU.	87
Figura 19 - Gráfico de linha construído como exemplo na aula, a partir dos dados coletados por um aluno na atividade 04 do anexo II do MI.	88
Figura 20 – Resposta apresentada por um dos alunos na questão 01, item A e B proposta na aula 6 do MI.....	94
Figura 21 – Respostas apresentadas pelos alunos de forma errada na questão 01 item B proposta na aula 6 do MI.....	95
Figura 22 - Questão 06 do MI proposta aos alunos na aula 7.....	97
Figura 23 - Alternativas de respostas apresentadas para os alunos na questão 07 dos exercícios propostos do MI aplicado na aula 7.....	98
Figura 24 - Quadro de anotações e cálculos da etapa 3, disponibilizada na aula de experimentação.....	100
Figura 25 - Resposta apresentada na etapa 3 por um dos alunos na atividade experimental, anexo III.	102
Figura 26 - Gráfico $S \times t$ apresentado aos alunos, como exemplo de trajetória realizada pelo móvel descrito no gráfico $V \times t$ da questão 05, proposto na aula 9 do MI.	105
Figura 27 - Resposta apresentada na questão 04 item d, por um dos alunos na aula 10 representando o encontro de dois ciclistas A e B.....	107
Figura 28 – Gráfico apresentado pelo aluno Q como resposta do item A na situação II.	113
Figura 29 - Modelo de resposta apresentada pelo professor como comparação a descrição da situação II, item A.....	114
Figura 30 - Gráfico $V \times t$, apresentada por um aluno como resposta do Item F, na situação problema II do MI.	116
Figura 31 - Gráfico apresentado aos alunos na Situação III do MI.....	117

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultados obtidos no pré-teste nas questões de Q5 até Q8.	75
Gráfico 2 - Resultado do pré-teste das questões de Q11 a Q15.....	78
Gráfico 3 - Resultado obtido no pré-teste da questão Q16 – Encontro de dois Móveis.....	80
Gráfico 4 - Relação de acertos entre o pré-teste e o pós-teste nas questões de Q2 a Q5.	120
Gráfico 5 - Relação de acertos entre o pré-teste e o pós-teste nas questões de Q6 a Q10.	121
Gráfico 6 - Relação entre as respostas apresentadas pelos alunos nas questões Q16/Q15 do pré-teste e pós-teste.....	124
Gráfico 7 - Respostas obtidas na questão Q12 do pós-teste.	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Documento de referência para a elaboração do plano de aula das disciplinas de Física e Matemática no 1º trimestre do ano letivo e que podem ser trabalhados concomitantemente.	23
Quadro 2 - Horário de aula do Professor distribuídas semanalmente entre as turmas participantes da aplicação do MI.	63
Quadro 3 - Organização das aulas referentes ao grupo azul e verde quanto á aplicação do MI no modelo híbrido.....	64
Quadro 4 - Organização das aulas utilizadas para aplicação do MI via Meet.	65
Quadro 5 - Resumo das aulas segundo os passos de uma UEPS.	66
Quadro 6 - Relação entre as questões do pré-teste e pós-testes.....	121

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 OBJETIVO GERAL	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2. UMA BREVE DESCRIÇÃO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO E A SUA RELAÇÃO COM A MATEMÁTICA	18
2.1 A RELAÇÃO ENTRE O ENSINO DE FÍSICA E MATEMÁTICA.....	18
2.2 O ENSINO DE CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO E SUA RELAÇÃO COM FUNÇÃO	25
2.2.1 O ensino de MU e função Afim no ensino médio e suas relações.	27
2.2.2 O ensino de MUV e função do 2º grau no ensino médio e suas relações	30
2.2.3 Implicações do ensino de matemática na interpretação e análise de gráficos de MU.....	33
3 - REFERENCIAL TEÓRICO	46
3.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	46
3.1.1 Organizadores prévios	53
3.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO	55
3.3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DO ESTUDO DE CINEMÁTICA.....	57
4. - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	60
4.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA	60
4.2 TIPO DE PESQUISA	61
4.3 O DELINEAMENTO DO TRABALHO	62
5 - RESULTADOS E ANÁLISES	69
5.1 AULA 1 – APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE	69
5.2 ANÁLISES DAS AULAS AO LONGO DA SEQUÊNCIA PROPOSTA NO MI. 80	

5.2.1 Aula 2 - Conceituar velocidade média e instrumentalizar conceitos básicos de cinemática.....	81
5.2.2 Aula 3 - Diversificar diferentes representações de dados $S \times t$ no MU.	84
5.2.3 Aula 4 e 5 - Discutir o conteúdo definindo MU e descrever uma função horária de $S \times t$	89
5.2.4 Aula 6 e 7 - Interpretação de gráficos $S \times t$ e $V \times t$ por aplicativo GeoGebra.	92
5.2.5 Aula 8 - Atividade Experimental	99
5.2.6 Aula 9 e 10 - Análise de gráficos cumpridos em várias etapas e encontro de dois móveis	103
5.2.7 Aula 11 - Utilização de gráfico de linhas para representar a evolução temporal da posição em função do tempo	110
5.2.8 Aula 12 - Aplicação do Pós-teste	119
5.3 ANÁLISES DOS RESULTADOS DO PÓS – TESTE	119
6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	131
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	134
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	137
APÊNDICE B – PRÉ-TESTE	138
APÊNDICE C – PÓS-TESTE	141
APÊNDICE D – MATERIAL INSTRUCIONAL.....	144

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 a realidade do 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, p. 89-109).

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 a duas ou mais grandezas por meio da elaboração de um material instrucional (MI) segundo as orientações de Moreira (2011) sobre a elaboração de uma UEPS.

Ao desenvolver este estudo pretende-se estabelecer uma relação entre o ensino de Física e da Matemática investigando estratégias de ensino articulado para ser aplicado no primeiro ano do ensino médio sobre o ensino de cinemática por meio da representação de gráficos no plano cartesiano. Buscando referências na matemática para descrever tais fenômenos físicos por expressões e conseqüentemente 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), tendem 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 cotidiana 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 trabalha separadamente os componentes curriculares de física, química e biologia, cada professor em sua carga horária semanal de hora aula 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 extraíndo informações que podem indicar no ensino do MU 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 correlacionar os 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.

Assim, este trabalho, apresenta no capítulo 2 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 identifique padrões e tendências de dados como posição e velocidade em função do tempo. Para fundamentar o estudo entre as duas disciplinas recorre-se as visões de Karam (2012) e Pietrocola (2002), que apontam ser necessário desenvolver nos alunos uma habilidade técnica e uma habilidade estruturante do pensamento físico por meio da matemática e vice-versa. Estas habilidades foram descritas e apontadas no subitem do capítulo que descreveram a relação entre o ensino de cinemática no ensino médio e suas relações com o ensino de função e as implicações do ensino de matemática na interpretação e análise de gráficos de Movimento uniforme. Ainda neste capítulo é apresentado o GeoGebra como uma possibilidade de comunicação e recurso tecnológico para se trabalhar e apresentar as características de um gráfico através de uma função horária.

O capítulo 3 descreve o referencial teórico fundado na perspectiva da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1968, 1978 e, 1980) que tem como características a interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos onde segundo Moreira (2012) há duas condições que influenciam nos processos de aprendizagem sendo elas: o material deve ser potencialmente significativo; e o aprendiz tem que ter predisposição para aprender. Para o desenvolvimento do MI, foram consideradas as etapas de uma sequência didática conhecida como Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Moreira (2011) que norteará o trabalho em sala de aula direcionado pela Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integrativa. Ainda neste capítulo discutir-se-á algumas concepções alternativas do estudo de cinemática apontadas por Araujo, Veit e Moreira (2004), sobre a identificação das dificuldades de interpretação de gráficos da cinemática no qual nos forneceu alguns parâmetros para a elaboração e aplicação de um pré-teste como um dos instrumentos utilizados para coleta e identificação dos conhecimentos prévios dos alunos.

No capítulo 4, serão descritos os procedimentos metodológicos da dissertação, descrevendo características da amostra, do processo de construção do desenho de pesquisa.

Os resultados obtidos e questionamentos dos alunos de cada uma das aulas sugeridas no MI, segundo as respectivas de uma UEPS, e elaboradas para promover uma possível aprendizagem significativa, são apresentados no capítulo 5.

Finalmente no capítulo 6, são apresentadas as conclusões e as considerações finais necessárias apontadas pelo desenvolvimento do MI e as possíveis contribuições deste estudo para novas pesquisas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Objetivo geral: Construir e aplicar uma UEPS sobre o ensino de Cinemática associados ao ensino de Função Afim por meio da construção e análise de gráficos de linhas para interpretar situações problemas, tomando como referência a Teoria da Aprendizagem Significativa.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar uma Sequência Didática que aborde o conceito físico-matemático de movimento uniforme, demonstrando equações, tabelas e gráficos de uma função Afim que relaciona a duas ou mais grandezas;
- Aplicar uma Sequência Didática para alunos do 1º ano do ensino médio envolvendo Cinemática e Função Afim;
- Avaliar a aceitação do Material Instrucional por parte dos alunos.

2. UMA BREVE DESCRIÇÃO DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO E A SUA RELAÇÃO COM A MATEMÁTICA

Este capítulo apresenta como se estabelece a relação entre as disciplinas de Matemática e Física buscando a interdisciplinaridade e apontando algumas ideias de como o professor poderá conduzir as suas aulas ao se deparar com esta realidade; em seguida serão exploradas interconexões entre o estudo de cinemática no primeiro ano do ensino médio e o estudo de funções, buscando enfatizar as representações e análises de gráficos de linha que ajude a identificar padrões e tendências de dados que mudam com o tempo, demonstrando implicações do ensino de matemática na física e vice versa.

2.1 A 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).

Apesar da divisão entre as disciplinas, elas possuem aplicações que se correlacionam e mesmo sendo estudadas separadamente ou ministradas por professores na maioria dos casos com formações acadêmicas diferentes, elas podem se interagir por meio da interdisciplinaridade.

Mas o que é interdisciplinaridade? Nos processos de ensino e aprendizagem a interdisciplinaridade pode ser uma relação de diálogo entre duas ou mais disciplinas ou áreas de conhecimento corroborando para melhor eficiência e eficácia no estudo de fenômenos e processos de forma integrada.

A interdisciplinaridade é considerada uma inter-relação e interação das disciplinas a fim de atingir um objetivo comum. Nesse caso, ocorre uma unificação conceitual dos métodos e estruturas em que as potencialidades das disciplinas são exploradas e ampliadas. Estabelece-se uma interdependência entre as disciplinas, busca-se o diálogo com outras formas de conhecimento e com outras metodologias, com o objetivo de construir um novo conhecimento (VILELA; MENDES, 2003, p. 528).

Segundo 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. Quanto à estrutura curricular por áreas de conhecimentos, o Parecer da CNE/CP aponta que:

[...] difundiu-se a interpretação de que a articulação interdisciplinar preconizada consistiria no fim da “divisão por disciplinas”, distribuindo as “atuais 12 matérias” (sic) em grupos mais amplos. Diversamente, o entendimento é que a interdisciplinaridade e, mesmo o tratamento por áreas de conhecimento, não excluem necessariamente as disciplinas, com suas especificidades e saberes próprios historicamente construídos, mas, sim, implicam o fortalecimento das relações entre elas e a sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade, requerendo trabalho conjugado e cooperativo dos seus professores no planejamento e na execução dos planos de ensino (BRASIL, 2009, p. 8).

As relações existentes entre as áreas de conhecimento auxiliam o professor na elaboração de suas aulas desde que ele busque valorizar a interdisciplinaridade no contexto da aprendizagem, onde cada disciplina apesar de ter suas particularidades próprias, deve-se complementar uma com a outra e os professores assumirem o papel de mediador do processo de ensino e aprendizagem.

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.

Porém, apesar dos documentos de referência para a elaboração do plano de ensino, como por exemplo, o BNCC, dispor sobre uma possível interdisciplinaridade entre as áreas de conhecimento, cabe aqui observar que a relação entre a física e matemática na maioria das escolas e em especial nas salas de aula são tratadas de forma independentes e os alunos não percebem as correlações entre elas, pois grande parte dos professores não promove a correta interação dos conteúdos.

Para haver esta interação seriam importante e necessário que na organização dos planos de aulas os professores procurassem articular os conteúdos. Porém, Pietrocola (2002) pontua que na física, a sua relação com a matemática muitas vezes se esbarram pelos pensamentos errôneos dos próprios professores, onde de um lado os professores de física culpa os alunos por não possuírem os pré-requisitos da matemática para resolver certo tipo de problema e por outro lado, os professores de matemática acabam estabelecendo sequências de ensino desarticuladas com a que se apresenta na física e ainda não aceitam que a sua disciplina seja pensada apenas como instrumento para outras disciplinas.

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.

A transformação do problema em um algoritmo matemático e sua solução passariam a depender de habilidades obtidas em outra disciplina. Muitas vezes, os professores de Física acabam por atribuir à Matemática a responsabilidade pelas dificuldades na aprendizagem e não naquilo que ensinam (PIETROCOLA, 2002, p.91).

Para alguns autores, reduzir a matemática a uma mera ferramenta da física para ser utilizada após a aplicação da teoria contribui para o desinteresse dos estudantes e ainda, para que o professor acabe por utilizar de termos pré-estabelecidos como “Meu aluno não aprende Física porque não sabe Matemática” ou “A Física do problema acabou, daqui pra frente e só Matemática” (KARAM, 2012, p. 33).

Estes pré-julgamentos dos professores não favorecem o ensino e a aprendizagem, portanto, para mudar esta realidade será necessário buscarmos compreender melhor como a física e a matemática se relacionam.

Para Karam (2012) a relação entre a física e matemática querer 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).

Para Pietrocola (2002) a relação entre a matemática e 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 no 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 e 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, se 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 matemáticos presentes 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”.

Neste sentido, Karam e Pietrocola (2009, p. 195) acabam por representar algumas das situações possíveis em que a modelização seja capaz de transitar entre diferentes maneiras de representação de um fenômeno físico.

- *Conceitualmente* – utilizando palavras, mencionando conceitos e princípios;
- *Matematicamente* – a partir de relações algébricas (fórmulas);
- *Graficamente* – construindo um gráfico relacionando as quantidades envolvidas;
- *Pictoricamente* – desenhando esquemas e figuras que representem o fenômeno;
- *Experimentalmente* – realizando e interpretando um experimento.

Conforme foi destacado, a física e a matemática estão interligadas e devemos conceber a física como uma ciência que se utiliza da matemática para compreender, interpretar ou dar sentido à natureza. As dificuldades encontradas pelos estudantes na interpretação da física, não está apenas na falta de domínio matemático e sim, ligadas também às formas como esta matemática vem sendo utilizada na interpretação e significação de conceitos físicos. Por isso, é importante ainda oportunizar aos alunos o desenvolvimento de práticas experimentais que os aproxime de teorias ou conceitos científicos que ajudem a compreender o conteúdo materializando-os em aprendizagem, através de atividades que, se possível, estejam presentes no seu cotidiano aproximando-os da sua realidade.

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.

No entanto, seguindo as orientações da Matriz de Conhecimentos por trimestre, disponibilizado pela Secretária da Educação do Estado do Espírito Santo (2018),

que serve para nortear os planos de aula dos professores, estes conteúdos estão dispostos em trimestres diferentes, sendo a cinemática abordada no primeiro trimestre e funções no segundo trimestre.

Esta organização, na minha visão não favorece uma melhor articulação entre os conteúdos apresentados, por isso, como sugestão apresento a seguir (Quadro 1), uma possível reorganização dos conteúdos de matemática no primeiro trimestre.

Quadro 1 - Documento de referência para a elaboração do plano de aula das disciplinas de Física e Matemática no 1º trimestre do ano letivo e que podem ser trabalhados concomitantemente.

Matriz de Conhecimentos por Trimestre – 1º Ano		
	Conhecimentos em Física	Conhecimentos em Matemática
1º Trimestre	<p>INTRODUÇÃO AO ENSINO DE FÍSICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • As ciências e o Método Científico; • Panorama geral da Física; • Grandezas escalares e vetoriais; • Noções de álgebra vetorial; • Unidades de medida e o Sistema Internacional de Unidades (SI). <p style="text-align: center;">CINEMÁTICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprimento, distância e deslocamento; • Instante e intervalo de tempo; • Noções de rapidez (velocidade escalar), velocidade (velocidade vetorial) e aceleração; • Descrição, quantificação e interpretação dos movimentos uniforme e variado nas diferentes linguagens (texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas, etc.); • Movimento vertical e a teoria de Galileu para queda dos corpos; • Movimento oblíquo; • Noções de movimento circular. 	<p style="text-align: center;">NÚMEROS E OPERAÇÕES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Noções de Conjuntos – Representações e operações básicas com o conjunto dos números - N, Z, Q e I. • Conjunto dos Números Reais (R): representações, operações básicas, relações entre outros conjuntos e problemas aplicados. • Intervalos reais na reta real. <p style="text-align: center;">FUNÇÕES</p> <ul style="list-style-type: none"> • A linguagem da álgebra: a letra como variável (fórmulas e generalizações) e incógnita. • Revisão de Equações do 1º grau. • Noção intuitiva de função. • Domínio, contradomínio e conjunto imagem de uma função. • Plano cartesiano: Coordenadas cartesianas; • Gráfico de funções: interpretação e análise de gráficos. • Função Afim ou Função Polinomial de 1º grau; • Definição, valor e zero de uma função Afim. • Gráfico de uma função Afim.

Fonte: Elaborado pelo autor com base no Currículo do Estado do Espírito Santo (2018).

Ao reorganizar a sequência didática de matemática, os conteúdos previstos no primeiro trimestre passariam a ser contemplados no segundo trimestre do mesmo ano letivo sem causar prejuízo à disciplina ou aos alunos.

Conforme apresentado, os conteúdos curriculares de cinemática e função colocados em destaque (Quadro 1), foram reorganizados nesta sequência para adequar-se ao objetivo desta pesquisa. Além disso, estes conteúdos 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 no primeiro trimestre, auxiliando os estudantes na aquisição de conhecimentos que sejam suficientes para que ele alcance a aprendizagem.

Vale a ressalva de que, trabalhar com a interdisciplinaridade entre conteúdos que se relacionam conforme apresentado (Quadro 1), não é o único meio possível de proporcionar uma articulação entre as disciplinas, no entanto, no caso de função e cinemática a proposta de trabalhar concomitantemente seria viável, pois, assim os alunos teriam uma melhor compreensão de conceitos e aplicações contextualizada, nas duas disciplinas, se aproximando das ideias apresentadas por Karam (2012) e Pietrocola (2002).

Sobre a perspectiva de como trabalhar a disciplina de física e matemática em sala de aula pelos professores, Karam (2012) relata em sua tese de doutorado elementos de como isso seria possível.

Após dez anos de experiência lecionando matemática e física para alunos de ensino médio e superior, tenho me deparado com inúmeras dificuldades para fazer com que os estudantes aprendam a utilizar matemática para pensar os fenômenos do mundo físico. Objetivando amenizar tais dificuldades, como professor de matemática procuro mencionar fenômenos físicos para motivar meus alunos para aprendizagem de conceitos matemáticos dando um significado mais concreto a estes. Por outro lado, como professor de física, sinto frequentemente a necessidade de abordar temas essenciais de matemática para que os alunos possam operar com equações, gráficos, vetores e compreender a função dessas estruturas matemáticas para a modelagem de fenômenos físicos (KARAM, 2012, p. 1).

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

A física como área de conhecimento que integra as ciências da natureza e suas tecnologias, deve enfatizar as características específicas da disciplina oferecendo possibilidades de identificar e lidar com fenômenos naturais e tecnológicos do mundo em que vivemos a partir de princípios, leis e modelos científicos.

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, tabelas e gráficos podem ser utilizados como uma linguagem ou como estruturante dos modelos físicos na validação por exemplos de práticas ou aplicações tecnológicas que nos cercam.

Nas escolas públicas, a física em grande parte é apresentada aos estudantes no ensino fundamental de forma bem elementar, porém é no ensino médio que os conteúdos são abordados de forma mais sistematizada e segue uma organização específica onde os principais tópicos da ciência estão estruturados.

O aluno ao ingressar no primeiro ano do ensino médio, se depara com o conteúdo de cinemática, que é um dos primeiros tópicos a ser estudado. Para Doca, Biscuola e Bôas (2016), a cinemática escalar tem como objetivo estudar os movimentos de um corpo, indicando o deslocamento, a velocidade e a aceleração em cada instante de tempo, no entanto, sem investigar as causas que os produzem e modificam. Este corpo pode ser, por exemplo, um trem, um carro, uma pessoa ou uma formiga entre outros, e todos serão analisados de acordo com o movimento que ele executa sem nos preocuparmos com as suas dimensões, se ele é grande ou pequeno. Os conceitos de cinemática “é um estudo preliminar que visa desenvolver as bases para uma análise mais completa, a qual é feita em dinâmica” (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2016, p. 21).

Na introdução da cinemática no ensino médio, o professor deve utilizar de diferentes recursos capazes de promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos dando sentido àquilo 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 aprendizagem necessária para o estudo da cinemática, Fukui, Molina e Vêne (2016, p. 330), descreve 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”.

Pensando em desenvolver estas habilidades e competências, poderíamos adotar os conteúdos específicos de matemática e física (Quadro 1), de forma sugestiva, pensada e elaborada a partir da cooperação entre professores, para serem norteadores dos planos de aulas. O objetivo é que, quando possível, estes conteúdos sejam trabalhados concomitantemente pelos docentes na sala de aula por meio da interdisciplinaridade, por projetos, ou pelo próprio professor de física individualmente, desde que ele aborde conceitos cinemáticos estruturando as descrições matemáticas aplicada no cotidiano do aluno, com representação visual e de fácil acesso.

Sobre as possibilidades de interdisciplinaridade entre a disciplina de física e matemática, Pietrocola (2002, p. 14), destaca que “no primeiro ano, em particular, a cinemática se apoia fortemente em conhecimentos sobre funções que são anteriores ou dados em paralelo a esta”.

Nesta perspectiva adotada onde o ensino de função é estruturante para o ensino da cinemática, cabe enfatizar que no ensino fundamental o conteúdo de função e a representação de gráficos na disciplina de matemática são abordados na sua grande maioria de forma introdutória com um mínimo de contextualização, prevalecendo o caráter procedimental para a realização de cálculos e em grande parte com pouca ênfase na interpretação de gráficos. Por outro lado, se pensarmos no que está proposto no Quadro 1, como uma possibilidade a ser desenvolvido no Ensino Médio, poderíamos como resultado, evidenciar o ensino de função sendo contextualizado na física e a cinemática sendo auxiliada pelos modelos e definições matemáticas.

Segundo Sousa (2010), há uma necessidade que o aluno mobilize conhecimento sobre funções de 1º e 2º graus, para melhor compreender em cinemática as

descrições dos movimentos uniforme (MU) e uniformemente variado (MUV), respectivamente.

2.2.1 O ensino de MU e função Afim no ensino médio e suas relações.

Neste tópico, iremos enfatizar algumas semelhanças entre o ensino de função Afim e o movimento uniforme, além de procurar demonstrar alguns parâmetros que se aproximam ao ensino que se busca oferecer nas duas disciplinas.

O professor, ao planejar suas aulas pensando em introduzir o estudo da cinemática no ensino médio, inicialmente deve considerar a possibilidade de fazer uma revisão de conceitos fundamentais como: referencial, trajetória do movimento, espaço, sentido, movimento, repouso, distância, deslocamento escalar, instante e intervalo de tempo.

A partir das definições apresentadas dos conceitos fundamentais, utilizados como pré-requisitos para o estudo dos movimentos, o professor deve enfatizar o conceito de velocidade escalar média, por meios de atividades com aplicações cotidianas que permita ao aluno a enunciar a definição do conceito de velocidade seja na forma verbal ou pela linguagem matemática.

Na forma verbal, o conceito de velocidade média, pode ser enunciado como sendo o quociente entre distância percorrida e intervalo de tempo que ele demora em percorrê-la; pela linguagem matemática, esta relação passa a ser sistematizada por uma descrição expressa por $V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, sendo necessário que o professor através dos conceitos iniciais de função, estabeleça com o aluno o significado que relaciona as grandezas envolvidas dizendo, por exemplo, que V representa uma variável dependente das variações de Δs e Δt .

Corroborando com esta ideia de se estabelecer uma relação entre grandezas Chavante e Prestes (2016, p. 39), diz que “em muitos casos, a variação da medida de uma grandeza depende da variação da medida de outra(s), por exemplo, [...] a grandeza ‘velocidade’ depende das grandezas ‘tempo’ e ‘espaço’”.

Na definição do conceito de velocidade, ainda se faz importância que o professor utilize deste momento para exemplificar de onde vem e qual é a importância de se utilizar as grandezas físicas km/h e m/s, por exemplo, em uma situação problema.

Se utilizando de conceitos que são abordados na disciplina de matemática, poderíamos definir função como uma relação entre dois conjuntos, estabelecidos por uma lei de associação ou fórmula matemática que relaciona a cada uma das variáveis independentes um único valor numérico a variável dependente. Para exemplificar, podemos dizer que “em uma função, representada por $y = f(x)$, dizemos que y é a variável dependente e x é a variável independente” e, então “para cada valor de x , existiu um único valor para y ” (LONGEN, 2004, p. 72).

Para Bonjorno et al. (2013, p. 30) “a cinemática é capaz de fazer previsões acertadas sobre o movimento de corpos, com velocidades constantes ou não, e que para isso se vale de uma ferramenta: a matemática”.

Considerando o ensino da cinemática, quando esta velocidade escalar é constante, ou seja, quando o móvel percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, em uma única dimensão espacial é possível dizer que o deslocamento realizado pelo móvel está em movimento uniforme ou movimento retilíneo uniforme (MRU).

Analisando, portanto, um móvel que esteja em movimento uniforme, 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. Estas descrições podem ser representadas por meio de tabelas, gráficos, por textos discursivos, por linguagem simbólica e também pela linguagem matemática.

Utilizando a linguagem matemática, a partir da expressão $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, 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 descrito por $S = S_0 + V \cdot t$, onde, S é a posição do móvel no instante $t \geq 0$ 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 este constante), e t o tempo decorrido ao longo do percurso.

Mais uma vez é importante dizer que se faz necessário que o professor estabeleça com o aluno o significado e que demonstre a importância de cada uma das variáveis que compõem a expressão da função horária no contexto da física. Neste contexto, é possível que o professor tenha que enfatizar o porquê de o valor da variável tempo (t) não ser menor que zero; as possíveis representações das variáveis S ou S_0 como números reais da expressão e seus significados; e a importância de o valor da velocidade escalar média (V_m) determinando o tipo de movimento: se $V > 0$, o movimento é progressivo (S cresce com t) e se $V < 0$, o movimento é Retrógrado (S decresce com t). Esta definição de S crescente ou decrescente com t pode ser mais bem enfatizada com a representação de gráficos ao qual discutiremos nos próximos tópicos desta dissertação.

A descrição da função horária das posições em MU se relaciona diretamente com a descrição de uma função Afim ou função do 1º grau (Figura 1) 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 apresentadas, podemos apontar que a variável t e S na física é representado respectivamente em matemática por x e y .

Figura 1 - Relação entre função horária no MU e função Afim.

Função Horária da Posição no MU	Função do 1º grau ou função Afim
$S(t) = S_0 + V \cdot t$	$f(x) = ax + b$

Fonte: Produzido pelo autor.

Segundo lezzi et al. (2016), na lei $f(x) = ax + b$, o coeficiente a é chamado coeficiente angular (taxa de variação de x), sendo $x \in \mathbb{R}$ e o coeficiente b é chamado de coeficiente linear, desse modo em cinemática respectivamente, o coeficiente angular (a) representa velocidade (V), sendo V a taxa de variação dos espaços, considerando o intervalo de t_1 e t_2 e o coeficiente linear (b) representa a posição inicial (S_0).

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.

No ensino de física, considerando a função horária da posição – expressão que descreve o percurso de um móvel em qualquer instante – há ainda a possibilidade de trabalhar com outras aplicações cotidianas como, por exemplo, a determinação do encontro de dois móveis onde se aplica a igualdade entre as funções horária para determinar o instante (t) do encontro.

As funções horárias ou funções Afim são expressões facilitadoras da descrição de fenômenos físicos ou matemáticos, no entanto, no 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.

A interpretação destes gráficos também se faz necessária, já que é neles que os nossos alunos podem encontrar dados precisos a serem analisados e convertidos em informações que nos permite descrever o fenômeno físico.

2.2.2 O ensino de MUV e função do 2º grau no ensino médio e suas relações

Neste tópico serão apresentadas as relações, de forma resumida, entre o movimento uniforme variado e função do 2º grau, com elementos característicos de cada disciplina e que como apresentado na seção anterior se comunicam e o professor pode e deve apresentá-los aos seus alunos estabelecendo uma como estruturante da outra.

Quando um móvel apresenta uma velocidade que não é constante, ou seja, quando a velocidade escalar sofre variações iguais em intervalos de tempos iguais chamamos de movimento variado. Neste caso, podemos dizer que ao realizar certo tipo de movimento, a grandeza velocidade sofre alterações, e estas alterações são causadas pela variável aceleração. Por exemplo, um carro em movimento, nem

sempre se locomove com a mesma velocidade podendo aumentar ou diminuir a velocidade em certos intervalos de tempo.

Para Yamamoto e Fuke (2016, p. 48) quando “movimentos ocorrem com o aumento do módulo da velocidade são chamados de movimentos acelerados e movimentos que ocorrem com a diminuição do módulo da velocidade são chamados movimentos retardados”. Estes movimentos acelerados ou retardados são ocasionados pela ação da grandeza aceleração. “A aceleração escalar (a) é a taxa de variação da velocidade escalar de um móvel em função do tempo, enquanto a aceleração escalar média (a_m) é a variação total da velocidade de um móvel em determinado intervalo de tempo” (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 49).

Assim como a representação da velocidade média, é possível sistematizar por uma descrição matemática a expressão de aceleração escalar média por $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, onde Δv é a variação da velocidade e Δt é o intervalo de tempo.

A partir deste conceito, quando a aceleração escalar média é constante, pode-se afirmar que o movimento é uniformemente variado (MUV) e com esta informação o professor deve sempre deduzir e demonstrar aos alunos a função horária da velocidade, representada por $V(t) = V_0 + a \cdot t$, “sendo, V_0 e a constantes (para cada movimento) que representam, respectivamente, a velocidade inicial do móvel (correspondente a $t = 0$) e a aceleração escalar; e $V(t)$ é a velocidade (V) em um instante (t), $t \geq 0$ ” (IEZZI et al., 2016, p. 83).

Esta equação da velocidade em função do tempo em um MUV nos permite prever em um dado instante, qualquer velocidade do corpo, mas não fornece informação alguma sobre o seu espaço na trajetória. Por isso, utilizando a definição de velocidade média e da aceleração escalar média é possível deduzir uma nova equação do MUV, conhecida como função horária de espaço no MUV, representada por $S(t) = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$, sendo que S representa o espaço no instante t ; S_0 espaço inicial; $V_0 \cdot t$ deslocamento devido a velocidade inicial; e $\frac{1}{2} a \cdot t^2$ deslocamento devido a variação da velocidade.

Analogamente, podemos estabelecer uma relação entre o que é estudado no movimento uniformemente variado com função em matemática, onde os coeficientes e variáveis se correlacionam conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Relação entre função horária do MUV e função do 2º grau.

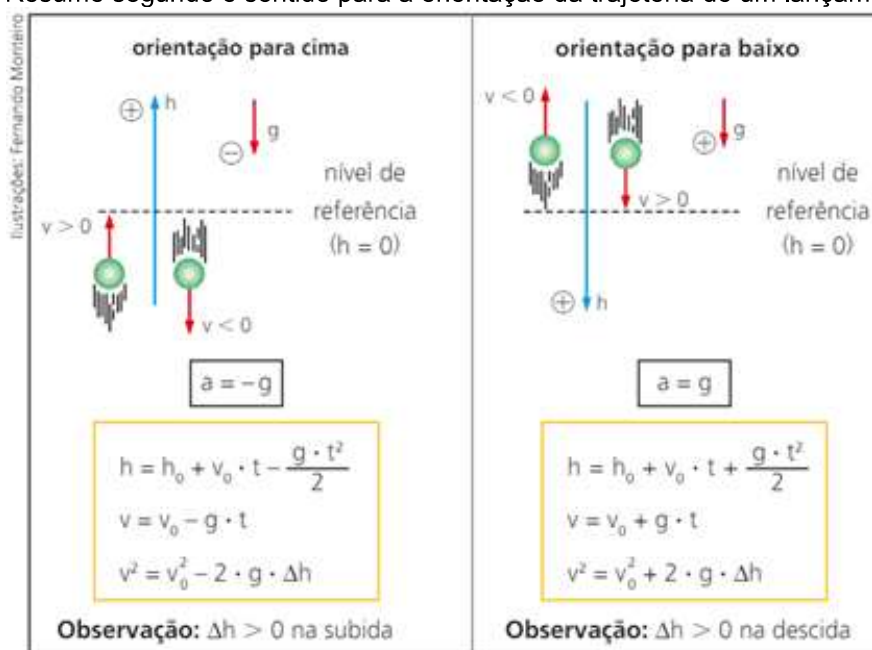
Função Horária da velocidade	Função do 1º grau
$V(t) = V_0 + a \cdot t$	$f(x) = ax + b$
Função Horária da posição	Função do 2º grau
$S(t) = S_0 + V_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$	$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$

Fonte: Produzido pelo autor.

Além destas relações, observadas na Figura 2, podemos ainda, através das expressões da função horária do espaço e de velocidade no MUV, deduzir uma terceira equação, no qual é denominada de equação de Torricelli, e é representada por $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$. Segundo Yamamoto e Fuke (2016, p. 61) “essa sentença matemática, expressa a velocidade obtida por um móvel que se desloca em um espaço Δs com velocidade inicial (v_0) e aceleração constante (a), sem envolver a grandeza tempo”.

Na descrição do movimento uniformemente variado, as funções (Figura 2) e a equação de Torricelli são as mais importantes e fundamentais para o seu estudo dentro da cinemática. Estas expressões utilizadas para o estudo do MUV são válidas para o estudo do movimento vertical no vácuo seja ele, queda livre ou lançamento vertical (Figura 3).

Figura 3 - Resumo segundo o sentido para a orientação da trajetória de um lançamento vertical.



Fonte: (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 71).

Neste estudo, Bonjorno et al. (2013, p. 89) destaca que a aceleração escalar média é considerada aceleração da gravidade (g) e se a aceleração da gravidade é uma constante, utilizados a função horária das posições (função do 2º grau), onde o movimento de queda livre é um movimento retilíneo uniformemente acelerado e, portanto, são válidos para queda livre ou lançamento vertical todas as funções e os conceitos do MUV com as seguintes características:

- A aceleração escalar a é igual a g ;
- S (espaço) é igual a h (altura)
- A velocidade escalar inicial é nulo, $V_0 = 0$, caso o corpo seja abandonado, isto é, quando solto a partir do repouso;
- Quando a velocidade escalar e aceleração escalar tem o mesmo sinal; o movimento de queda é sempre acelerado.

Observa-se que as ferramentas matemáticas são necessárias, e podem apenas com a troca de alguns símbolos, modelar novas situações decorrentes de fenômenos físicos.

2.2.3 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 $S \times t$ 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 relação entre a descrição de uma função e sua representação gráfica, sempre buscamos auxiliar os estudantes da melhor maneira possível de representar as diversas situações do seu cotidiano e, portanto, o gráfico de linha é sempre o mais indicado, pois ele é capaz de mostrar quantidades que mudam com o tempo, possibilitando identificar se a quantidade está aumentando ou diminuindo. “Um gráfico de linha é construído a partir de um conjunto de pontos que, ligados por segmentos de reta ou uma curva suave, expressam a ideia de uma linha de tendência” (COSTA, 2010, p.17).

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, por exemplo, estabelecer de forma visual uma relação entre as grandezas de posição, velocidade ou aceleração em função do tempo.

A análise, interpretação e representação de um gráfico na cinemática são importantes na aprendizagem do estudante, além de serem muito utilizados em diversas áreas do conhecimento, porém na maioria dos casos é pouco compreendido por eles, 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.

No ensino, o conteúdo a ser abordado muitas vezes é trabalhado com pouca ou nenhuma relação com o cotidiano, e para mudar esta realidade, é necessário que o professor disponha sempre de meios didáticos que permita o aluno a fazer relações através de situações práticas, por exemplo, com o uso de experimentos. No entanto, cabe aos professores à função de trabalhar estes conceitos em sala de aula de forma a construir um conhecimento, e isso pode ser feito de forma colaborativa entre professor/aluno ou aluno/aluno.

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 e objetivamente seguir o que está disposto na matriz curricular (Quadro 1), sobre os conhecimentos esperados para serem trabalhados na disciplina de física e matemática, onde o professor passa a ser o mediador do ensino e aprendizagem.

Para Gilbert (apud COSTA, 2010, p. 12), os fenômenos físicos, que expressam a realidade podem ser reconstruídos através de modelos simplificados e expressos por representações científicas, dentre as quais as “mais comuns são os gráficos, tabelas, mapas, diagramas, fotografias, representações virtuais, equações, entre outras”.

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 e GARG, 1999, p. 103).

O desenvolvimento de competências de produção, leitura e interpretação de gráficos é importante, uma vez que os gráficos constituem uma forma de expressão na qual uma grande quantidade de informação pode ser apresentada de forma sintética, padronizada e sistemática. Essas qualidades tornaram os gráficos ferramentas importantes para o raciocínio e a comunicação nas ciências e outras áreas que necessitam da organização visual de dados. A aprendizagem de utilização de gráficos possibilita que os estudantes organizem informações, identifiquem padrões e tendências em conjuntos de dados, representem relações entre variáveis envolvidas em uma situação concreta, façam previsões sobre o desenrolar dos fenômenos que são representados, além de auxiliar na construção de argumentos em forma oral e escrita (COSTA, 2010, p. 13).

Trabalhando a relação entre a matemática e a física no ensino médio e em específico o ensino da cinemática, o professor deve sempre enfatizar como se estruturam as tabelas e gráficos a partir de uma função horária (Função Afim) que associam as variáveis de grandeza $S \times t$ e $V \times t$, para determinar o deslocamento quando este móvel estiver em MU.

O estudo introdutório de construção de gráficos é abordado a partir da localização de pontos em um plano cartesiano de eixos bidimensionais, na disciplina de matemática, porém dependendo da disciplina e do conteúdo a ser trabalhado com o

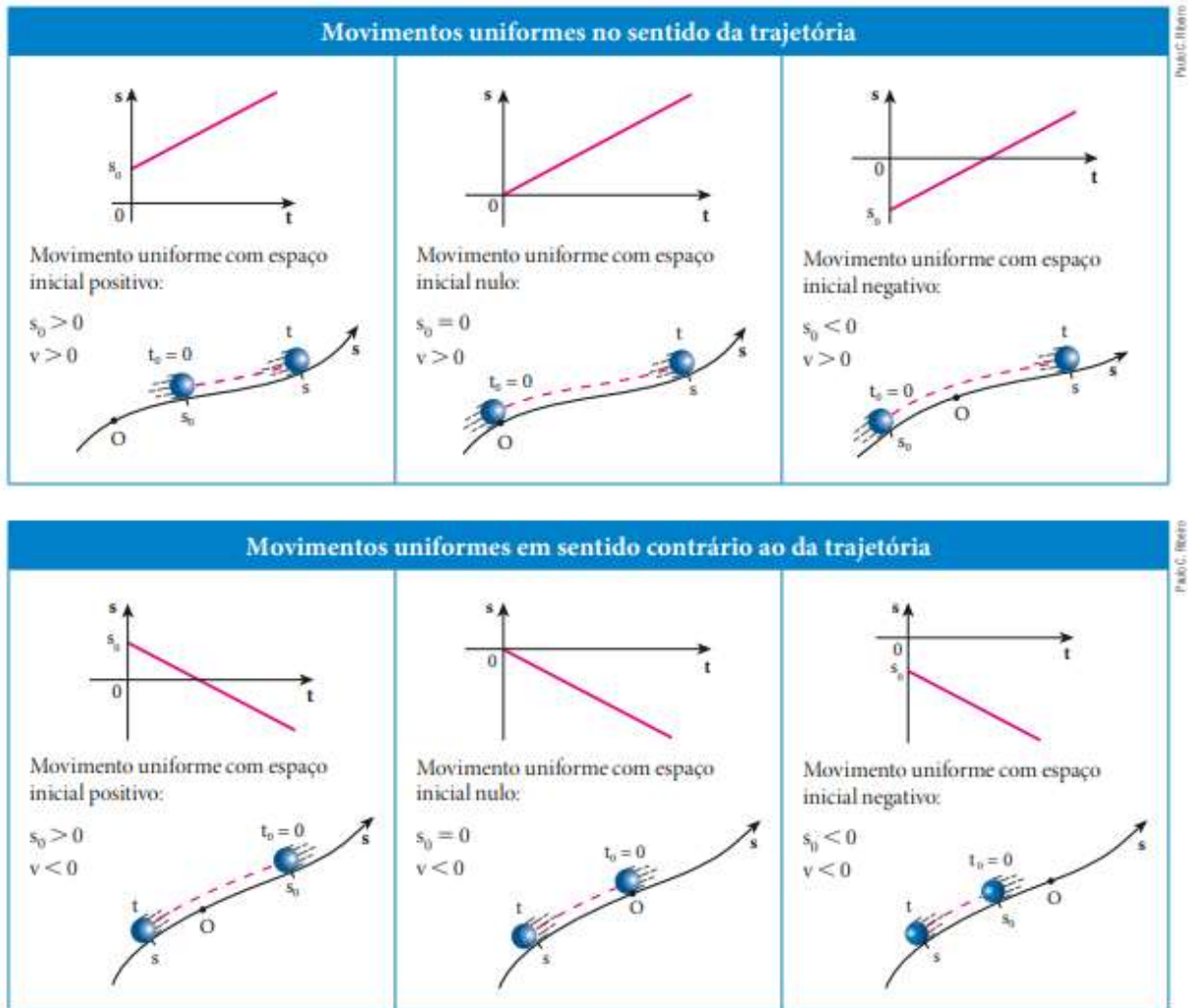
aluno, o professor deve sempre fazer inicialmente uma revisão associando alguns dados específicos, como por exemplo, a representação dos eixos x e y por outras variáveis relacionando-as a ordem de grandezas envolvidas e seus significados, pois a falta desta simples relação pode interferir na aprendizagem. Por este motivo, é importante que seja verificado previamente a uma construção de gráficos, se o aluno tem conhecimentos dos seguintes elementos básicos:

- O plano cartesiano é constituído por retas perpendiculares;
- No eixo horizontal representamos os diversos valores de tempo (t) ou x que são as variáveis independentes;
- No eixo vertical representamos os valores da posição (S) ou velocidade (V) correspondentes a cada valor de tempo (t) ou y em função de x (variáveis dependentes);
- O ponto $(0, 0)$ é considerado a origem das posições;
- O domínio e a imagem da função em acordo com as representações de cada variável;
- Escalas de medidas utilizadas;
- A relação de dependência de uma variável em função da outra e como consequência a localização de pontos (x, y) , formando uma linha continua.

A partir dos elementos básicos e característicos de um plano cartesiano, os gráficos $S \times t$ (Figura 4), representam diversas situações descritas por uma função horária da posição em função do tempo estando o móvel em MU, sendo este equivalente a uma função do 1º grau, descrito por uma reta, pois em uma função Afim $y = f(x)$ e as variações de x e y são diretamente proporcionais o que significa que o gráfico da função é formado por pontos de uma reta e que podem ser enquadrar em uma das situações apresentadas.

Considerando a expressão $S = S_0 + V.t$, característica do MU, é possível ainda, estabelecer comparações (Figura 4), entre os diferentes valores atribuídos a posição inicial (S_0), e a velocidade (V), sendo que para $V > 0$, o movimento é progressivo e para $V < 0$, o movimento retrógrado. Se $V = 0$, significa que a posição do móvel no gráfico será sempre a mesma com o passar do tempo, ou seja, o corpo não está em movimento.

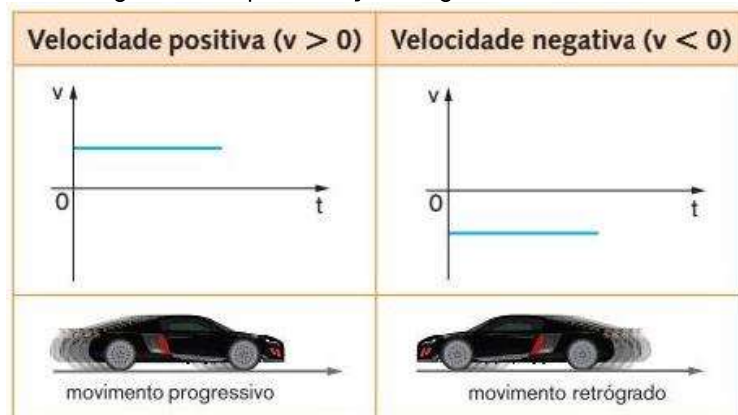
Figura 4 - Resumo dos diversos diagramas horários possíveis de um gráfico $S \times t$ no MU.



Fonte: (DOCA; BISCUOLA; BÔAS, 2016, p. 36).

Outra representação gráfica muito utilizada para o movimento uniforme é a da velocidade em função do tempo ($V \times t$), que pode ser representado por uma reta paralela ao eixo do tempo, conforme Figura 5.

Figura 5 - Representação de gráfico $V \times t$ no MU.



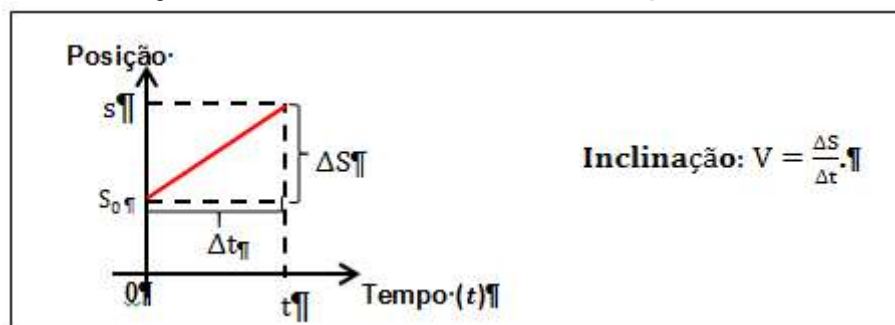
Fonte: (BONJORNO et al., 2013, p. 59).

Devemos observar que, se a velocidade escalar for constante e igual à zero, significa que o móvel está em repouso. Nesse caso, a representação gráfica da velocidade escalar em função do tempo será uma reta coincidente ao eixo do tempo. Analisando o gráfico do movimento uniforme, é possível ainda destacar algumas características específicas destes gráficos como a possibilidade de determinar o deslocamento do móvel através da representação do gráfico $V \times t$ (Figura 5) e a velocidade média no gráfico $S \times t$ (Figura 4).

- **Determinando a velocidade média em um gráfico $S \times t$:**

No gráfico $S \times t$, é possível observar por meio da reta representada no plano cartesiano, o deslocamento do móvel em função do tempo, portanto, utilizando a expressão da velocidade média $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, é possível dizer que esta velocidade é estabelecida pela razão entre as variações das grandezas Δs e Δt , representadas em cada um dos eixos coordenados (Figura 6), e ainda, é possível afirmar que esta velocidade é equivalente à inclinação da reta, ou seja, quanto maior a inclinação maior a velocidade e consequentemente, quanto menor a inclinação menor é a velocidade.

Figura 6 - Gráfico $S \times t$ destacando a Inclinação da reta.

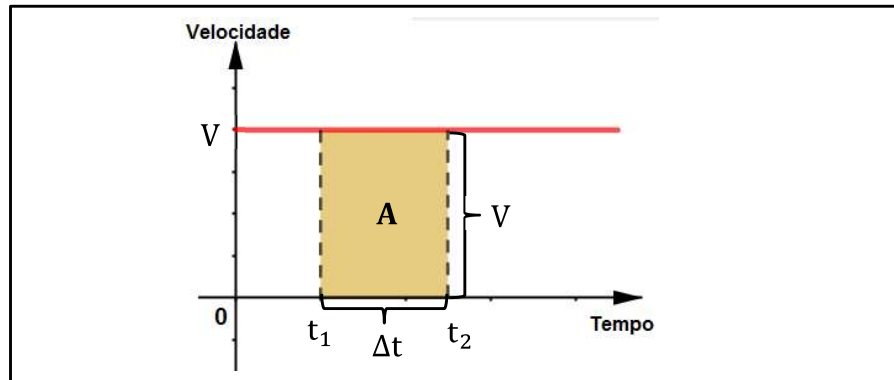


Fonte: Elaborado pelo autor.

- **Determinando deslocamento escalar em um gráfico $V \times t$:**

No gráfico $V \times t$, que apresenta uma velocidade constante para o movimento uniforme, o deslocamento do móvel em função do tempo, pode ser determinado pela área obtida entre a reta e o eixo das abscissas entre os dois instantes t_1 e t_2 , escolhidos no gráfico (Figura 7).

Figura 7 - Determinação do deslocamento em um gráfico V x t no MU.



Fonte: Elaborado pelo autor.

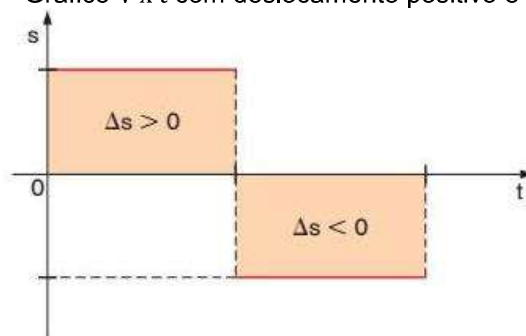
Portanto, para calcular a área representada por A, formada por um retângulo na figura acima, podemos utilizar a multiplicação entre a medida da sua base (representa o intervalo de tempo Δt entre t_1 e t_2) pela medida da altura (altura representa a velocidade escalar), onde pode ser matematicamente escrita por $A = b \times h$, onde $b = \Delta t$ e altura = V , logo teríamos que $A = \Delta t \cdot V$.

Em seguida, podemos afirmar que o valor numérico da área encontrada, corresponde ao valor do deslocamento Δs , portanto, se $A = \Delta s$, é possível concluir que o deslocamento realizado pode ser determinado em um gráfico $V \times t$ por meio da expressão (1):

$$\Delta s = V \cdot \Delta t. \quad (1)$$

Através desta definição, é possível ainda observar que o espaço percorrido (Δs) pode ser positivo ou negativo (Figura 8), e que está diretamente relacionada ao valor da velocidade.

Figura 8 - Gráfico V x t com deslocamento positivo e negativo.



Fonte: (BONJORNIO et al., 2013, p. 60).

Se $\Delta s > 0$, é porque a $V > 0$, ou seja, o móvel em MU está no sentido da trajetória.

Se $\Delta s < 0$, é porque a $V < 0$, ou seja, o móvel em MU está no sentido contrário da trajetória.

No ensino de cinemática é importante que o professor ao trabalhar com o MU apresente aos alunos as características de um gráfico $S \times t$ ou $V \times t$ (Figura 4, Figura 5 e Figura 6), 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 na elaboração, apresentação e análise de cada situação gráfica através da variação dos coeficientes S_0 e V , respectivamente correspondente a **b** e **a** da função Afim $y = a \cdot x + b$.

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 na aprendizagem.

Na matemática, 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, como exemplo na física, auxiliando o professor na visualização e representação de dados de forma interativa, além de variadas funcionalidade disponíveis.

“O GeoGebra reúne recursos de geometria, álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos em um único ambiente. [...] apresenta, ao mesmo tempo, representações diferentes de um mesmo objeto que interagem entre si” (INSTITUTO GEOGEBRA NO RIO DE JANEIRO, acesso em 12 maio 2020).

Na Figura 9, é possível observar algumas características do software GeoGebra, com algumas informações de uma função e sua representação gráfica utilizada no ensino de cinemática, e em específico no MU, que podem auxiliar o professor nas aulas por meio da interatividade disponível entre a construção e análise de um gráfico.

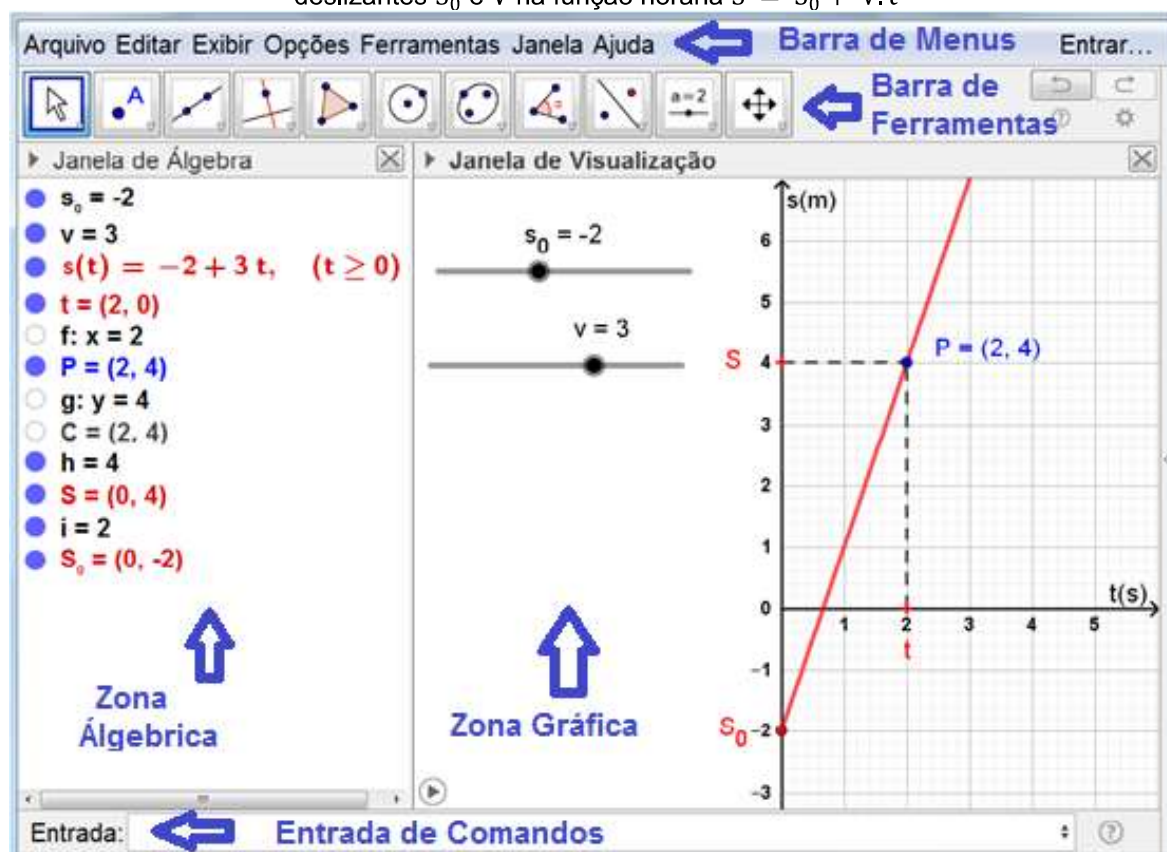
Dentre as funcionalidades do software GeoGebra, podemos destacar (Figura 9) a zona algébrica que apresenta todos os comandos utilizados na criação do gráfico e

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.

em especial a função $S(t) = S_0 + V \cdot t$, com a restrição de que $t \geq 0$, 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 partir desta ferramenta é possível criar diferentes funções horárias de $S \times t$ conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 9 - Interface do software GeoGebra demonstrando um gráfico $S \times t$, e o uso de controles deslizantes S_0 e V na função horária $S = S_0 + V \cdot t$



Fonte: Elaborado pelo autor no software GeoGebra.

Outra possibilidade a ser trabalhada são as representações de possíveis valores da posição (S) em cada instante de tempo (t) ao se mover o ponto P sobre a reta, demonstrando mais uma vez que S está em função de t , assim como, a partir do valor da velocidade definidos em positivo ou negativo é possível demonstrar as variações de S como crescente ou decrescente à medida que se altera os valores de t no eixo das abscissas, sendo $t \geq 0$.

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 conseqüentemente gráfica.

Buscando outras abordagens, poderíamos destacar a utilização de tabelas, figuras como uma reta orientada e a linguagem verbal como possíveis formas de descrever uma situação problema que envolva elementos de um movimento uniforme.

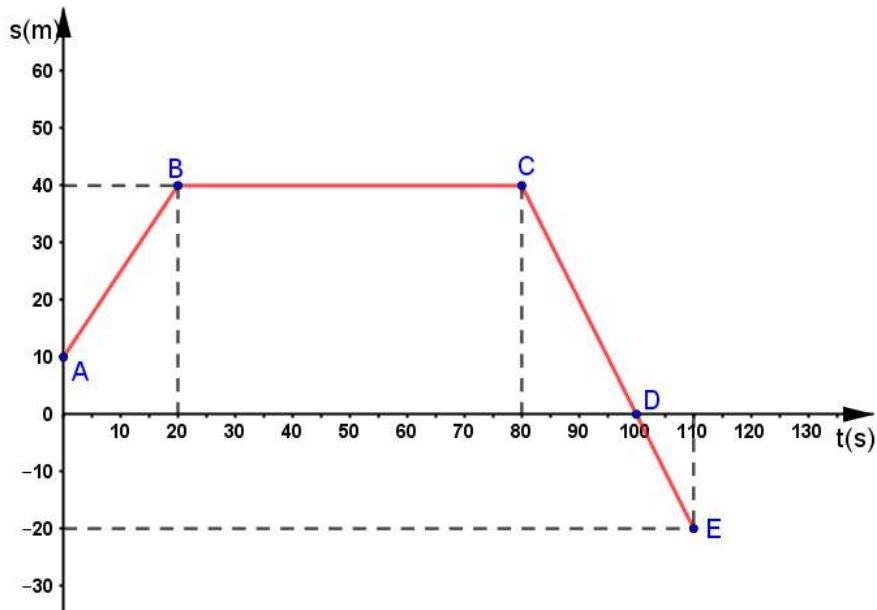
Na linguagem verbal, o movimento é descrito através de narrativas que estabelecem a posição do móvel em determinados instantes de tempo dando uma representatividade qualitativa do movimento, por meio da análise, interpretação e leitura de um gráfico, seja este movimento, realizado em uma ou várias etapas. O mesmo poderá ser feito de forma oposta, onde o aluno tenha que a partir de uma narrativa, a função de representar a situação graficamente.

Para exemplificar, a seguir apresentaremos uma situação problema que pode ser trabalhada pelo professor de física ou matemática relacionando os conteúdos de movimento uniforme e função Afim em sala de aula interdisciplinarmente abordando-a na forma verbal, figura, gráfica e linguagem matemática.

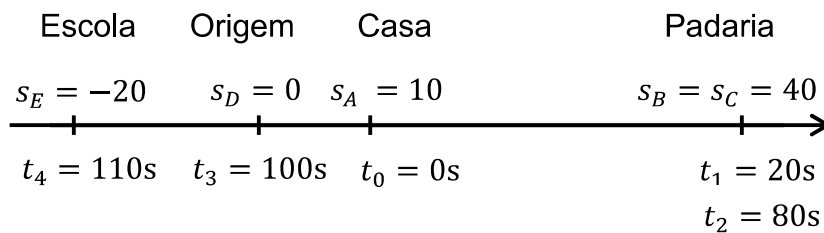
Situação Proposta descrita textualmente: Uma pessoa saiu de sua casa pela manhã localizada na posição 10 m de uma Avenida caminhando com velocidade constante de 1,5 m/s, e após realizar um percurso de 20 segundos chegou há padaria que fica localizada na posição 40 m da mesma avenida, onde espera por 1 minuto (60 segundos) para pegar e efetuar o pagamento do pão francês que comprou. Em seguida esta mesma pessoa sai da padaria já atrasada e então se desloca por 30 segundos com velocidade constante de 2 m/s, até a escola onde trabalha que fica localizada na posição -20 m da mesma avenida.

Transformando a linguagem textual em diferentes representações possíveis para o estudo do movimento uniforme:

A) Representando graficamente a situação descrita textualmente.



B) Posições A, B, C, D e E, que um corpo ocupa na trajetória, representado em uma reta orientada.



C) Forma tabular dos dados S x t a cada 10 segundos ao longo da trajetória descrita.

t(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
S(m)	10	25	40	40	40	40	40	40	40	20	0	-20

D) Analisando e interpretando o movimento realizado pela pessoa representado pelo gráfico S x t do item A.

- Inicialmente, devemos observar que a unidade de medida de tempo está representada em segundos (s) e a da posição (deslocamento) em metros (m).
- A trajetória descrita pelo gráfico está representada em três etapas que pode ser dividida entre os pontos de A até B, B até C e C até E.
- Observamos que os valores de t variam de 0 a 110 segundos, onde no instante $t = 0\text{ s}$, a posição da pessoa é $S = 10\text{ m}$, ou seja, a posição inicial é $S_0 = 10\text{ m}$.

- No instante de 110 s (1 minuto e 50 segundos) a pessoa estava na posição final em $S = -20$ m.
- Analisando o gráfico ainda é possível inferir que no instante de $t = 100$ s, a pessoa passava pela origem das posições representada por $S = 0$ m (ponto D).
- O deslocamento realizado pela pessoa é igual ao valor absoluto (módulo) de Δs , onde $\Delta s = |s_f - s_0| = |-20 - 10| = |-30| = 30$ m.
- A distância percorrida (d_p) é igual à soma dos valores absolutos (módulos) de todos os deslocamentos escalares efetuados de A até E, passando por B, C e D, portanto: $\overline{AB} = |40 - 10| = 30$ m; $\overline{BC} = |40 - 40| = 0$ m e $\overline{CE} = |-20 - 40| = |-60| = 60$ m, e logo: $d_p = 30 + 0 + 60 = 80$ m (Distância caminhada pela pessoa é igual a 80 m).

Considerando que no estudo da cinemática as funções horárias, servem para descrever o espaço percorrido em função do tempo e que entre elas a função expressa por $S = S_0 + V.t$, é decorrente de um MU, voltaremos a analisar o gráfico do item A em partes, determinando a posição inicial e a velocidade média em cada uma das etapas apresentadas, assim como a descrição das funções horárias na sua forma algébrica.

- Etapa 1: Trajetória da sua casa até a padaria (ponto A até o Ponto B):

De 0 a 20 s, ocorre um MU progressivo, onde $V = 1,5$ m/s e $S_0 = 10$ m, logo a função horária pode ser representada por $S = 10 + 1,5.t$, pois a velocidade pode ser calculada por: $V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{(40-10)}{(20-0)} = \frac{30}{20} = 1,5$ m/s.

- Etapa 2: Momento em que ficou parado na padaria (ponto B até o Ponto C):

De 20 s a 80 s, o móvel não saiu da posição $S = 40$ m, logo ele está em repouso e sua velocidade $V = 0$ m/s.

Podemos afirmar que a função horária é representada por uma função constante onde $S(t) = 40$, pois a velocidade é nula, conforme demonstra o cálculo onde

$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{(40-40)}{(80-20)} = \frac{0}{60} = 0$ m/s e que a Pessoa permaneceu parada por 60 segundos

(1 minuto) ao longo do intervalo de tempo total analisado.

- Etapa 3: Trajetória da padaria até a escola (ponto C até o Ponto E):

De 80 s a 110 s, houve um MU retrógado, onde $V = -2 \text{ m/s}$ e $S_0 = 40 \text{ m}$, logo a função horária pode ser representada por $S = 40 - 2.t$, pois a velocidade pode ser

$$\text{calculada por: } V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{(-20-40)}{110-80} = \frac{-60}{30} = -2 \text{ m/s.}$$

A posição $S = 0 \text{ m}$, que conhecemos como origem das posições em física, é chamada também em matemática como raízes ou zeros da função e é representado por t quando $S = 0$. Considerando a função horária dos espaços em função do tempo representado por $S = 40 - 2.t$, algebricamente quando $S = 0$, teremos:
 $S = 40 - 2.t \therefore 0 = 40 - 2.t \therefore 0 - 40 = -2.t \therefore -40 = -2.t$, logo: $-2.t = -40$ e $t = \frac{-40}{-2} = 20 \text{ s}$.

Portanto, se $S_0 = 40 \text{ m}$ está há 80 segundos após a posição inicial da pessoa, podemos concluir que a pessoa passa pela origem no instante $80 \text{ s} + 20 \text{ s} = 100 \text{ s}$ (1 minuto e 40 segundos) após sair de casa.

Em qual instante a pessoa passa pela sua casa novamente (posição 10 m da trajetória) ao voltar da padaria (ponto C) e ir até a sua escola (ponto E)?

Considerando que a casa fica na posição $S = 10 \text{ m}$ da avenida, ao voltar da padaria sua posição é descrita pela função horária $S = 40 - 2.t$. Logo, se $S = 10 \text{ m}$, teremos: $S = 40 - 2.t \therefore 10 = 40 - 2.t \therefore 10 - 40 = -2.t \therefore -30 = -2.t$, logo: $-2.t = -30$, onde $t = \frac{-30}{-2} = 15 \text{ s}$.

Considerando que a pessoa sai da padaria que fica na posição inicial $S_0 = 40 \text{ m}$ no instante de 80 segundos após a posição inicial da pessoa que era a sua casa (ponto A), podemos concluir que a pessoa passa novamente em frente à sua casa no instante de 15 s após sair da padaria ou $80 + 15 \text{ s} = 95 \text{ s}$ (1 minuto e 35 segundos) após sair de casa (ponto A).

3 - REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo apresento uma revisão do referencial teórico com aspectos gerais da teoria da aprendizagem significativa (TAS) de David Ausubel (1968, 1978 e 1980) sobre a perspectiva de Moreira (1985) que leu e descreveu a teoria. Em seguida, descrevo as etapas de uma sequência didática conhecida como Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) proposta por Moreira (2011) que norteou a elaboração e desenvolvimento deste trabalho por meio de um material Instrucional (MI). Por fim, discutimos alguns exemplos de concepções alternativas para o estudo do movimento uniforme (MU) através da representação e interpretação de gráficos da cinemática e como estas concepções interferem na aprendizagem.

3.1 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, ou seja, é quando uma nova informação relaciona-se com ideias já existentes na estrutura mental do aprendiz, elas passam a ser integradas e organizadas em determinadas áreas de conhecimento, proporcionando o acesso a novos conteúdos. 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 subsunção 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.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos

prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. (MOREIRA, 2012, p. 2).

Aqui se entende que o termo utilizado como interação não-litera é quando um determinado conteúdo apresenta um significado lógico e o termo interação não-arbitraria se refere a algo não aleatório e sim que tenha uma importância ou que seja relevante para o aprendiz. O termo conhecimento prévio é definido como ideias, concepções iniciais pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e pode dentre outros, se apresentarem, por conceitos subsunçores, representações, esquemas, modelos, construtos pessoais, invariantes operatórios.

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 onde os subsunçores ou ideias-âncoras passa a ser o componente que mais influencia na ocorrência de uma Aprendizagem Significativa de novos conhecimentos.

O subsunçor é, portanto, um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos. Não é conveniente “coisificá-lo”, “materializá-lo” como um conceito, por exemplo. O subsunçor pode ser também uma concepção, um construto, uma proposição, uma representação, um modelo, enfim um conhecimento prévio especificamente relevante para a aprendizagem significativa de determinados novos conhecimentos. (MOREIRA, 2012, p. 4).

À medida que os indivíduos vão interagindo com estes subsunçores 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 cognitivas já existentes do aprendiz, o que ocorreu foi uma aprendizagem mecânica.

Na aprendizagem mecânica as coisas são decoradas e não se relacionam de forma lógica aos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do sujeito e como consequência, o indivíduo não é capaz de expressar o novo conteúdo de forma diferente ao que foi inicialmente apresentado no material, ou seja, uma aprendizagem baseada na memorização.

Segundo Moreira (1985) Ausubel estabelece a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica como um processo contínuo que ocorre na zona cinza da passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem

significativa. Portanto, ele não descarta a existência da aprendizagem mecânica no processo de ensino e aprendizagem, pois uma vez adquirido informações por parte do aprendiz, esta aprendizagem forma elementos na estrutura cognitiva do indivíduo e posteriormente acaba servindo de subsunçor de novos conceitos se tornando significativo.

A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica, pois ao final do processo a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica (MOREIRA, 2012, p. 12-13).

Para que haja a ocorrência de uma aprendizagem significativa às novas informações deve-se incorporar de forma não arbitrária na estrutura cognitiva do aprendiz servindo de subsunçores que tendem a ficar cada vez mais elaborado e este processo segundo Ausubel pode ser dado por descoberta ou por recepção.

Na aprendizagem por descoberta o aluno deve primeiramente descobrir o que vai aprender, como por exemplo, algum princípio, uma relação ou lei. Na aprendizagem por recepção o aluno recebe a informação pronta e então, ele tem a função de relacioná-lo as ideias relevantes disponíveis em sua estrutura cognitiva, envolvendo captação de significado.

Para Moreira (2012, p. 13) “a ‘recepção’ do novo conhecimento pode ser, por exemplo, através de um livro, de uma aula, de uma experiência de laboratório, de um filme, de uma simulação computacional, de uma modelagem computacional, etc...”. Contudo, se houver problemas na ausência de subsunçores relevantes para que ocorra a aprendizagem de alguns tópicos Ausubel propõe o uso de organizadores prévios que se caracteriza por materiais introdutórios que visam a preparar a estrutura cognitiva do aprendiz antes de apresentar o conteúdo que realmente será ensinado.

Com o propósito de promover uma aprendizagem significativa Moreira (1985) destaca duas condições segundo Ausubel que influencia nos processos de aprendizagem. São eles: 1º o material com as novas informações seja potencialmente significativo e elaborado de forma a atender as expectativas de aprendizagem compatível com a estrutura cognitiva do aprendiz; e 2º é que o aprendiz manifeste uma disposição para aprender de maneira não literal e não

arbitraria 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 de subsunçores ou ideais âncoras relevantes. Portanto, se estas condições não forem alcançadas podemos dizer que não houve uma aprendizagem significativa e sim ocorreu apenas uma memorização.

É importante enfatizar aqui que o material só pode ser potencialmente significativo, não significativo: não existe livro significativo, nem aula significativa, nem problema significativo, [...], pois o significado está nas pessoas, não nos materiais (MOREIRA, 2012, p. 8).

No entanto, de modo geral, se o material instrucional, livros e aulas apresentarem significado lógico, sendo bem estruturada e organizada, possuir uma linguagem adequada, fornecer exemplos que permitam os sujeitos por meio dos seus conhecimentos prévios adquirirem novos significados baseado no recurso utilizado este poderá ser potencialmente significativo.

A partir dos seus conhecimentos prévios o aprendiz deve interagir com os novos conhecimentos de forma a modular, enriquecer e elaborar novas concepções em sua estrutura cognitiva. E para verificar se de fato houve ou não a ocorrência de uma aprendizagem significativa, os testes de compreensão devem ser apresentados de forma diferente daqueles presentes no material instrucional sempre buscando problemas e questões inovadoras e que leve o aprendiz a fazer uma transformação do conhecimento adquirido.

Na perspectiva de Moreira (1985) Ausubel destacou que a aprendizagem significativa pode ser identificada por três tipos, sendo elas: representacional, de conceitos e proposicional.

A aprendizagem representacional ocorre através da associação de um símbolo a um único evento ou objeto, ou seja, o símbolo representa apenas o que o seu referente significa e é algo concreto, portanto significativo. A aprendizagem de conceitos está associada a conceitos mais abstratos e abrangentes e indicam regularidade em eventos ou objetos e não depende mais de algo concreto para dar significado a esse símbolo.

A aprendizagem proposicional consiste em dar significado a novas ideias que estão além de cada uma das palavras ou conceitos definidos inicialmente por certa proposição. No entanto, Moreira (2012, p. 16) destaca que “As aprendizagens representacional e conceitual são pré-requisito para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos”.

Considerando a existência de um conjunto de ideias na estrutura cognitiva do sujeito Ausubel segundo Moreira (1985) se preocupou ainda com a forma com que os tipos de aprendizagem podem se concretizar e destacou três formas diferentes: subordinada, superordenada e combinatória.

O que caracteriza cada uma delas e que na aprendizagem subordinada, um novo conteúdo adquire significado ao interagir com os conhecimentos prévios de forma mais geral e inclusivo presentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Na aprendizagem superordenada envolve, processos no qual o conceito mais geral e inclusivo passa a ser identificadas como conceitos mais específicos de uma nova ideia na qual lhe deu a origem.

Na aprendizagem combinatória a nova informação é assimilada por toda a estrutura cognitiva do aprendiz e implica interação com vários outros conhecimentos já existentes. Portanto, esta interação não é nem mais específica e nem mais inclusiva do que aquilo que o indivíduo já possui como subsunçores ou ideias ancoras. Para Moreira (1985) estas três formas de aprendizagem e, perfeitamente compatível com tipos de aprendizagem apresentados anteriormente no trabalho.

A fim de organizar e tornar o processo de aquisição de significados na estrutura cognitiva do indivíduo relevante até que aconteça a retenção de novas informações, Ausubel propõe a teoria da assimilação no qual um novo conceito ou nova informação potencialmente significativa é assimilado quando é ancorado por um subsunçor pré-existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Esta ancoragem do novo conceito ou do conhecimento prévio existente vai se modificando e se ampliando com essas interações permitindo a aquisição de novos significados.

No entanto, a tendência é que com o passar do tempo à mente humana tende a reter ideias mais gerais e estáveis na estrutura cognitiva do que as ideias mais específicas, que gradativamente poderão ser esquecidas, sendo este processo

chamado por Ausubel como assimilação obliteradora segundo Moreira (1985). O esquecimento parcial é uma consequência da aprendizagem significativa.

Portanto, aprendizagem significativa não é, como se possa pensar, aquela que o indivíduo nunca esquece. A assimilação obliteradora é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que aprendizagem tenha sido mecânica, não significativa (MOREIRA 2012, p. 4).

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”.

Do ponto de vista Instrucional Ausubel refere-se que:

A diferenciação progressiva é vista como um princípio programático da matéria de ensino, segundo o qual as ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivos do conteúdo devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade. [...] A reconciliação integrativa, por sua vez, é o princípio segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideais, apontar similaridade e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes. (MOREIRA, 1985, p. 69-70).

No processo de aprendizagem o professor deve ser o mediador de novas atividades que promovam a negociação de significados propondo atividades colaborativas (exemplos como 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 específico.

Exemplificando como seria a organização destes novos conteúdos na estrutura cognitiva do aprendiz, Moreira (2012) descreve que no ensino da física, por

exemplo, não se deve apresentar o conteúdo de forma sofisticada matematicamente na sua forma final, e sim considerar o conhecimento prévio do aluno para que através da diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, o conteúdo científico organizado em torno de leis possa ser abordado de forma mais fenomenológica e conceitual, até que progressivamente em níveis crescentes de complexidade possa ser moduladas e exemplificadas matematicamente ao ponto de alcançar o objetivo esperado.

Ao se trabalhar com um material instrucional, 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.

A organização sequencial implica em organizar seus subsunçores hierarquicamente, onde certos tópicos dependam de forma natural daqueles que os antecedem, pois a cada novo conhecimento apresentado ao aprendiz espera-se que este sirva de subsunçor para as aprendizagens subsequentes e logo pressupõe que na etapa seguinte se permita a consolidar o passo anterior da sequência.

A consolidação de conteúdos significa buscar garantir que a aprendizagem esteja bem resolvida na estrutura cognitiva do indivíduo antes da introdução de novos conhecimentos, pois para Moreira (2012, p. 21) “se o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos, nada mais natural que insistir no domínio do conhecimento prévio antes de apresentar novos conhecimentos”. Para insistir no domínio deste conteúdo o professor pode fazer uso de exercícios, resoluções de situações-problema, clarificações, discriminações, diferenciações ou integrações, pois para Moreira (2012) a aprendizagem significativa é progressiva e a consolidação significativa não é imediata.

A linguagem é outro recurso importante na facilitação da aprendizagem, pois neste processo tanto o professor quanto o aluno fazem uso deste recurso para apresentar ou demonstrar um ao outro, quais foram os significados captados e assim compartilhar ideias, preposições.

A linguagem é essencial na facilitação da aprendizagem significativa. As palavras são signos linguísticos e delas dependemos para ensinar qualquer corpo organizado de conhecimentos em situação formal de ensino que é a proposta subjacente à teoria da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012, p. 22).

As atividades que facilitam a aprendizagem significativa dependem de novas diretrizes e de novas posturas docente nos métodos utilizados para a avaliação, procurando deixar de lado métodos que incentive 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 onde o estudante possa refazer varias 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 inclui-las na avaliação final da aprendizagem como exemplo em pré-teste e pós-teste, para então verificar se de fato houve ou não a ocorrência de uma aprendizagem significativa.

3.1.1 Organizadores prévios

Reconhecemos que o conhecimento prévio do aluno, a diferenciação progressiva, a reconciliação integrativa, o organizador prévio, a organização sequencial do conteúdo, a consolidação e a linguagem são algumas das variáveis mais importantes na facilitação de uma aprendizagem significativa, no entanto iremos dar uma ênfase nos organizadores prévios propostos por Ausubel na visão de Moreira (2012).

Para Moreira (2012) organizador prévio funciona como “um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e exclusividade em relação ao material de aprendizagem” e deve ser apresentado antes de se iniciar o conteúdo, ou seja, ele pode ser utilizado para suprir a deficiência de subsunçores ou ideias âncoras não presente na estrutura cognitiva do aprendiz.

O organizador prévio pode se apresentar como uma pergunta, um experimento, uma situação-problema, uma leitura introdutória, uma demonstração, um filme ou uma simulação e tem a função de preencher a lacuna do que o aluno já sabe e o que ele precisa saber, a fim de que o novo conhecimento possa ser aprendido de forma significativa.

Ao elaborar um material instrucional (MI), além de considerar o conhecimento prévio dos alunos é importante verificar se existem subsunçores suficientes na estrutura cognitiva do indivíduo capaz de ancorar as novas ideias ou conceitos de forma progressiva por meio de interações, no entanto, se os subsunçores não forem suficientes para esta ancoragem os organizadores prévios devem ser adotados é então só assim o material pode ser potencialmente significativo.

Segundo Moreira (2012b) os organizadores prévios podem ser do tipo expositivo ou comparativo. O expositivo deve ser utilizado quando o indivíduo não possui familiaridade com o assunto e então deve ser utilizado para suprir a falta de conceitos, ideias ou proposições relevantes entre aquilo que o estudante já sabe e aquilo que se deseja que ele aprenda.

O comparativo deve ser utilizado quando o material já é familiar, ou seja, já existem ideias que podem servir de ancoragem para a nova aprendizagem, portanto, os conceitos, ideias ou proposições podem ser trabalhados a partir de semelhanças e diferenças entre o que o aprendiz já sabe integrando novas informações na estrutura cognitiva do aluno.

No entanto, para Moreira (2012b, p.3) os organizadores prévios devem:

- 1 - identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem do novo material;
- 2 - dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes;
- 3 - prover elementos organizacionais inclusivos que levem em consideração, mais eficientemente, e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material, ou seja, prover um contexto ideacional que possa ser usado para assimilar significativamente novos conhecimentos.

3.2 UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO

Considerando a exigência da aplicação de um produto educacional conforme estabelecido no programa de mestrado profissional, foi elaborado um material instrucional (MI) potencialmente significativo, fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel que contribua para o ensino em sala de aula de conceitos envolvendo o MU e suas possíveis representações como: retas orientadas, tabelas e gráficos de linha.

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, p. 3-4) para a construção de uma UEPS recomenda-se:

1. Definir e identificar o tópico a ser apresentado, identificando os aspectos mais declarativos e procedimentais;
2. Criar/propor situação (ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio;
3. Propor situações-problema levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos a fim de prepará-los na inserção de conteúdo específicos, podendo essas situações-problema funcionarem como organizadores prévios que pode ser: experimentos, textos, simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
4. Uma vez trabalhada as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, começando dos aspectos mais gerais para os mais específicos;
5. Retomar os aspectos mais gerais diversificando com outros instrumentos de ensino com um maior grau de complexidade, destacando semelhanças e diferenças às novas situações apresentadas, a fim de promover a reconciliação integradora, após essa apresentação, propor outra atividade propicie uma interação social entre os alunos para que eles negociem significados tendo o professor como mediador;

6. Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva, buscando a reconciliação integrativa, isso deve acontecer através de um outro instrumento de ensino que pode ser uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um áudio visual etc. Após esse recurso, deve ser sugerida novas situações-problema que devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. A avaliação da aprendizagem deve ser frequente e progressiva na busca de evidências da Aprendizagem Significativa. A avaliação deve ser recursiva e formativa, dando oportunidade ao aluno se reconhecer seus erros e corrigi-lo. Nessa etapa, o papel de mediador do professor novamente é o de mediar o processo e promover a negociação de significados;

8. 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).

Além dos aspectos sequenciais Moreira (2011, p. 3) apresenta ainda três aspectos transversais de uma UEPS:

1. Em todos os passos os materiais e estratégias de ensino devem ser diversificados, estimulando o aluno a encontrar soluções para as questões apresentadas;
2. Sugerir aos alunos que proponham situações-problema ao assunto em questão;
3. Além de promover atividades em grupos, a mesma pode também prever momentos de atividades individuais.

De maneira sistematizada, uma UEPS é uma sequência lógica de como os conteúdos e atividades de ensino devem ser apresentados. Portanto, é fundamental que o professor favoreça o diálogo e a interação com seus alunos para alcançar o objetivo esperado, que é o ensino e a aprendizagem.

Para obter êxito em uma UEPS, o professor deverá levar em conta tanto o seu domínio conceitual do conteúdo a ser abordado, quanto um domínio metodológico de maneira que as estratégias de ensino sejam acessíveis aos alunos e que, portanto, promovam uma aprendizagem significativa baseada em evidências de ensino progressiva e não apenas em notas finais de avaliação individual.

Por fim, espera-se que os alunos a partir das atividades propostas sejam capazes de utilizar o conhecimento aprendido em novas situações presentes em seu cotidiano.

3.3 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DO ESTUDO DE CINEMÁTICA

Apesar da aprendizagem em ciências, em especial a física, ser abordada desde o ensino fundamental ainda é possível perceber que a maioria dos alunos não possui um conhecimento prévio sólido, que explique certos fatos ou teorias cientificamente do mundo em sua volta. No dia a dia, o indivíduo vai construindo ideias e modelos próprios sobre fenômenos observáveis ou experimentais e assim vão criando o que podemos chamar de concepções alternativas.

Para Queiroz (2009) as concepções alternativas e o conhecimento prévio dos estudantes, são importantes ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de estratégias de ensino que buscam promover as mudanças conceituais para uma aprendizagem significativa, no entanto, dependendo das concepções alternativas existentes na estrutura cognitiva do aluno ela pode ser tornar um grande obstáculo para o aprendizado, uma vez que são decorrentes de observações de toda a sua vida.

As concepções alternativas ganharam importância nos processos de ensino e aprendizagem, passando-se a aceitar que elas, frequentemente em contradição com o conhecimento científico, interferem na forma de assimilação dos conceitos científicos, e que costumam persistir após a instrução. (PEREIRA, 2014).

Programaticamente, o Currículo Básico da Secretaria da Educação do Estado do Espírito Santo (2009) prevê o ensino de toda a mecânica no 1º ano do ensino médio e a maior parte deste tempo destina-se ao ensino da cinemática que tem como objetivo estudar os movimentos dos corpos. Portanto, nesta perspectiva a proposta aqui é investigar as concepções alternativas dos alunos no ano/série sobre o estudo da cinemática e, em específico o movimento uniforme através das representações de dados no plano cartesiano; e a interpretação de gráficos da cinemática.

Inicialmente, por meio de uma revisão na literatura, foi possível identificar alguns estudos anteriormente realizados entre a década de 1980 e 1990, que analisaram e mapearam algumas concepções alternativas sobre a interpretação de gráficos cinemáticos.

Dentre os autores consultados se destacam o trabalho de Costa (2010), no qual apresenta em sua dissertação de mestrado um tópico que retrata a pesquisa sobre a aprendizagem de gráficos. Segundo Costa (2010) o trabalho desenvolvido por

McDermott, Rosenquist e Van Zee (1987), possibilitou mapear os principais erros cometidos por graduandos nos cursos iniciais de física de gráficos que expressavam certo tipo de movimento; já Beichner (1994) desenvolveu e aplicou o TUGK (Teste sobre o entendimento de gráficos da cinemática) em grupo de estudantes do ensino médio e superior com o objetivo de coletar conhecimentos prévios para o ensino da física.

No entanto, no Brasil, Agrello e Garg (1999, p. 104-105) traduziu e utilizou o TUGK com estudantes ingressos no ensino superior da Universidade de Brasília (UnB), onde foram constatadas praticamente as mesmas dificuldades apresentadas por Beichner (1994) quanto à interpretação de gráficos da cinemática.

Em um gráfico uma grande quantidade de informação pode ser resumida [...] Gráficos da cinemática, *i.e.*, gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo são, geralmente, os primeiros trabalhados em um curso de Física. Propiciar condições para que os alunos aprendam a interpretá-los e utilizá-los como uma das possíveis representações de fenômenos físicos contribui, não somente para a aprendizagem da cinemática, mas também para a aprendizagem futura de outros conteúdos (ARAUJO; VEIT; MOREIRA, 2004, p. 179-180).

Através dos estudos realizados por McDermott, Rosenquist e Van Zee (1987), na identificação das dificuldades de interpretação de gráficos da cinemática, Araujo, Veit e Moreira (2004, p. 180), destaca a existência de cinco concepções alternativas relacionadas a conceitos físicos: a) discriminar entre inclinação e altura; b) interpretar mudanças na altura e mudanças na inclinação; c) relacionar um tipo de gráfico a outro; d) relacionar a narração de um movimento com um gráfico que o descreve; e) interpretar a área sobre o gráfico; e outras cinco relacionadas à conexão com o mundo real: a) representar movimento contínuo por uma linha contínua; b) separar a forma de um gráfico da trajetória do movimento; c) representar velocidade negativa; d) representar aceleração constante; e) fazer distinção entre diferentes tipos de gráficos do movimento.

Em comparação as dificuldades já elencadas, Araujo, Veit e Moreira (2004, p. 180), indicam as dificuldades apontadas por Beichner (1994), através de teste TUGK que são: a) visão de gráficos como uma fotografia do movimento; b) confusão entre altura e inclinação; c) confusão entre variáveis cinemáticas; d) realização de erros na determinação de inclinações de linhas que não passam pela origem; e) confusão declive/altura/área e ignorância do significado das áreas; e f) desconhecimento do significado das áreas no gráfico abaixo das curvas cinemáticas.

Analisando os dados apresentados por Araujo, Veit e Moreira (2004), é possível observar que a maioria das dificuldades apontadas por McDermott, Rosenquist e Van Zee (1987); e Beichner (1994) se convergem e se complementam, sendo estes, o produto das concepções prévias manifestada pelos estudantes.

Considerando estas concepções alternativas e as dificuldades encontradas por estudantes, segundo relatado por Araujo, Veit e Moreira (2004), foi possível elaborar um pré-teste (APÊNDICE B), com o objetivo de coletar as concepções prévias dos estudantes, sobre o ensino de cinemática. As questões proposta no pré-teste busca enfatizar introdutoriamente o conceito de velocidade, as diferentes maneiras de representação ou descrição de certo movimento, a construção de gráfico no plano cartesiano através de dados fornecidos em tabelas ou esquemas, a interpretação e leitura de dados em um gráfico da cinemática, a obtenção de uma função horária através de um movimento representado por tabelas, e os conceitos sobre o ensino de física e sua relação com a matemática.

Em relação aos dados coletados no pré-teste, podemos destacar algumas concepções alternativas apresentadas principalmente por um grupo de alunos que acabaram de sair do ensino fundamental e se inicia no primeiro ano do ensino médio. As concepções ou dificuldades elencadas são: a) Identificar o conceito de velocidade como uma razão (divisão) entre a distância percorrida e o tempo decorrido; b) relacionar o movimento expresso por um desenho ou tabela com um tipo de gráfico; c) ausência de referentes S e t , por exemplo, na representação de gráficos; d) valores de pares ordenados dispostos erradamente no plano cartesiano, como exemplo, os valores de S no eixo horizontal e t no eixo vertical; e) a descrição de padrões no valor das variáveis dependentes que resultam a partir das mudanças na variável independente, por exemplo, a variação da velocidade ou posição de um móvel entre os intervalos t_1 e t_2 ; e f) basicamente não utilizam unidades de medidas.

O material instrucional elaborado neste trabalho foi norteado pelas concepções alternativas coletadas no pré-teste e outras apresentadas por Araujo, Veit e Moreira (2004), que estão de acordo com o objetivo da pesquisa. Nesta perspectiva, as dificuldades apresentadas pelos estudantes, foram utilizadas como parâmetros para planejarmos e elaborarmos um material que seja potencialmente significativo.

4. - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 OS SUJEITOS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada na escola Estadual de Ensino Médio Professora “Hilda Miranda Nascimento” localizada no Bairro Porto Canoa Município de Serra/ES em três turmas matriculadas na primeira série do ensino médio do turno matutino no ano de 2021 com alunos de idade entre 14 e 17 anos. Nestas turmas há 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 apenas de 67 alunos por terem participado tanto do pré-teste quanto do pós-teste.

Durante a aplicação do MI a ser realizada em 10 aulas além do pré-teste e pós-teste, os dados coletados serão analisados como um todo, não excluindo nenhum aluno que por ventura tenha faltado em uma ou outra aula, ou seja, os resultados apresentados referem-se ao total de alunos e não ao grupo de alunos em específico.

No referido ano de 2021 devido à pandemia da Covid-19 a rede estadual de educação iniciou o ano letivo ofertando o ensino em duas modalidades sendo elas: o ensino exclusivamente remoto e o ensino híbrido alternando entre o presencial e 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.

No ensino remoto os alunos recebem por meio do acesso a plataforma do Google Sala de Aula³ as atividades em formato de apostilas contendo o resumo do conteúdo, vídeos aulas e atividades, além de questionários avaliativos do conteúdo a ser realizado online pelo Google formulário.

No ensino híbrido, os alunos que assim optaram foram divididos em dois grupos classificados pela cor 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,

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

já mencionado para o ensino remoto. Do total de 132 alunos matriculados, 118 deles optaram pelo ensino híbrido, 11 optaram somente pelo ensino remoto e 3 alunos encontrava-se até o momento da aplicação do pré-teste sem contato com a escola, não optando por nenhuma das modalidades oferecidas.

A escola Hilda Miranda Nascimento oferta no turno vespertino o tempo integral de 7 horas com a modalidade de médio integrado e no matutino o novo ensino médio funcionando de 07h00min as 12h20min distribuídos em 6 aulas de 50 minutos mais um intervalo de 20 minutos para o lanche entre a 3ª e 4ª aula. A escola atende aos alunos concluintes do ensino fundamental II da rede municipal e estadual que fica no entorno do Bairro de Porto Canoa, Serra/ES.

Os alunos matriculados na 1ª série do referido ano apresentam 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 o conteúdo conforme descrito na Matriz Curricular do Ensino Médio.

A escola conta com uma boa infraestrutura como, laboratório de informática, laboratório de química/física/biologia, uma biblioteca, uma sala multiuso, quadra poliesportiva e um excelente pátio na área externa além do refeitório. As salas de aulas são amplas e organizadas com materiais pedagógicos como computador, livros e Datashow em cada uma das 12 salas disponíveis.

4.2 TIPO DE PESQUISA

Neste trabalho a pesquisa tem um caráter semi-qualitativo com foco no conteúdo e na aprendizagem do aluno. A partir de dados coletados em um pré-teste foi possível elaborar um material instrucional baseado em uma UEPS proposta por Moreira (2011) seguindo cada uma das etapas propostas até o momento da avaliação final composta por um pós-teste que possibilitou na comparação dos resultados.

O pré-teste aplicado na pesquisa tem por objetivo coletar informações dos conhecimentos prévios dos alunos e possibilitar ao docente a organizar as ações a serem desenvolvidas no MI. O pós-teste aplicado no final tem como objetivo avaliar alguns requisitos trabalhados durante a aplicação do MI, e ainda, por meio de

algumas questões pontuais compararem os conhecimentos apresentados no pré-teste com os do pós-teste, para podermos inferir se o material é potencialmente significativo ou não.

Na avaliação da aprendizagem do aluno, será 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, sempre procurando evidências de uma aprendizagem significativa.

4.3 O DELINEAMENTO DO TRABALHO

Todo o trabalho foi organizado a partir da revisão de literatura sobre o conceito de cinemática para que pudesse ser trabalhado em sala de aula com os alunos do primeiro ano do ensino médio, buscando priorizar a interação entre os componentes curriculares de física e matemática por meio da interdisciplinaridade, considerada por Vilela e Mendes (2003, p. 528) como “uma inter-relação e interação das disciplinas a fim de atingir um objetivo comum”.

Ponto que o produto educacional em formato de um MI, relacionando os conteúdos de cinemática e função Afim destina-se para o professor da disciplina de física, com possibilidade de ser aplicadas de forma articulada com o professor da disciplina de matemática. Por isso, destaco que pela proposta inicial, as aulas previstas no MI seriam 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.

No entanto, devido à pandemia da Covid-19 e a necessidade do distanciamento social que acarretou no modelo de ensino remoto, foi necessário readequar as aulas previstas no MI, sendo este material aplicado como um projeto interdisciplinar a ser realizado na escola utilizando a carga horária de aulas semanais da disciplina de matemática, pois, o aluno mestrando desta dissertação é efetivo da rede estadual do Estado do Espírito Santo na disciplina de matemática e, portanto, atua na escola ministrando aulas de matemática.

Para que o trabalho proposto no MI pudesse ser concretizado, inicialmente foi estabelecido por meio do plano de ensino realizado entre a disciplina de matemática e física um cronograma de conteúdos a serem trabalhados no 1º trimestre de cada ano letivo seguindo as orientações da matriz curricular (Quadro 1), abordando os conteúdos de cinemática (em especial quando se fala de representações de gráficos) e o conceito de função Afim. Em sala de aula o docente deve enfatizar para os alunos que os dois conteúdos se interligam e podem juntos como já foi mencionado ser trabalhados concomitantemente de forma interdisciplinar tendo como foco o ensino e aprendizagem.

Quanto à aplicação do produto educacional em formato de uma MI em sala de aula, foi estabelecida inicialmente com os alunos à utilização de três aulas semanais das cinco aulas totais atribuídas à carga horária da disciplina de matemática, a serem realizadas semanalmente preferencialmente nas terças-feiras e quintas-feiras conforme o horário de aula do professor (Quadro 2) seguindo o calendário da SEDU/ES.

Quadro 2 - Horário de aula do Professor distribuídas semanalmente entre as turmas participantes da aplicação do MI.

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
Matemática	Aplicação do MI	Planejamento - PL	Aplicação do MI	Matemática
1ºM3	1ºM2	PL	1ºM1	----
1ºM1	1ºM3	PL	1ºM1	----
1ºM2	1ºM3	PL	1ºM3	----
----	PL	----	PL	1ºM1
----	PL	----	1ºM2	1ºM2
----	1ºM1	----	1ºM2	1ºM3

Fonte: Produzido pelo autor.

Observo que como o MI está sendo aplicado pelo professor da disciplina de matemática, o mesmo dispõem de um número maior de aulas semanais sendo possível dividir a carga horária entre a aplicação do MI e as aulas de matemática a qual devem ser trabalhadas os conceitos iniciais de função e suas relações.

Cabe aqui à necessidade de destacar que o professor de física das turmas participou da aplicação da sequência proposta, orientando e conceituando fisicamente novos conceitos de forma articulada e interdisciplinar avaliando o conteúdo abordado nas aulas, procurando promover uma maior interação e discussão entre os grupos de alunos.


Acrescento ainda que, caso o professor de física venha a utilizar e aplicar a sequência proposta no MI por meio de uma UEPS, contando com apenas duas aulas semanais de sua carga horária total, o mesmo poderá trabalhar de forma interdisciplinar com o professor de matemática seguindo as orientações indicadas em cada uma das 12 aulas previstas no material incluído o pré-teste e pós-teste.


Se considerarmos todas as aulas previstas no MI, excluindo a aplicação do pré-teste e pós-teste (poder ser dado de forma interdisciplinar com outras disciplinas, como por exemplo, diagnóstica no início do ano letivo), o professor de física poderá ministrar todas as 10 aulas restantes propostas na sequência didática ou apenas 6 das 10 aulas previstas, indicando neste caso para o professor da disciplina de matemática por meio da interdisciplinaridade a aplicação das aulas 6 e 7 propostas no subtítulo 2.5 do MI, que tem como título a interpretação de gráficos $S \times t$ e $V \times t$ por aplicativo GeoGebra; e as aulas 9 e 10 propostas no subtítulo 2.7 do MI, que objetiva a fazer uma análise de gráficos cumpridos em várias etapas, assim como a definição do procedimento matemático que estabelece o tempo ou posição do encontro entre dois móveis.


Para a aplicação desta MI, as aulas foram organizadas inicialmente segundo o cronograma disponível a seguir (Quadro 3) entre os meses de março e abril, na modalidade de ensino híbrido.


Quadro 3 - Organização das aulas referentes ao grupo azul e verde quanto á aplicação do MI no modelo híbrido.

Calendário: Mês de Março						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			
Calendário: Mês de Abril						
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

 Grupo Azul no presencial e Verde no remoto.

 Grupo Verde no presencial e Azul no remoto.

 Aulas de matemática no presencial.

 Aplicação do Pós-Teste.

Fonte: Produzido pelo autor.

No desenvolvimento das aulas do MI, os conteúdos da primeira semana de março aplicados para o grupo azul foram reaplicados na segunda semana para o grupo verde alcançando assim a todos os alunos que optaram pelo ensino híbrido. Nas

semanas seguintes a partir do dia 15 de março não foi possível seguir o cronograma (Quadro 3), pois as aulas presenciais foram suspensas devido ao crescimento no número de registro de casos da Covid-19 em meio à pandemia, permanecendo apenas as aulas remotas por meio da Aplicação de Atividades Pedagógicas não Presenciais – APNP, através do Google Sala de Aula até o início do mês de Junho.

Porém, com o intuito de dar continuidade à aplicação do MI, após a suspensão das aulas no modelo híbrido, foram organizados com os alunos a realização de 7 (sete) aulas das 10 (dez) previstas no Quadro 3, (três aulas já havia sido dada no presencial) a serem realizadas parcialmente de forma online via Google Meet⁴ (previamente agendadas com os alunos) para todos alunos ao mesmo tempo e em um só ambiente de aprendizagem, sempre nas terças e quintas feiras de 09h00min as 10h00min conforme disposição no Quadro 4, 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 no Formulário do Google incluindo o pós-teste.

Quadro 4 - Organização das aulas utilizadas para aplicação do MI via Meet.

Calendário: Mês de Março						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb
/	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	/	/	/
Calendário: Mês de Abril						
/	/	/	/	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	/

Grupo Azul no presencial e Verde no remoto.

Grupo Verde no presencial e Azul no remoto.

Aulas de matemática no presencial.

Aulas realizadas através do Google Meet para aplicação do MI.

Aplicação do Pós-Teste.

Fonte: Produzido pelo autor.

Em relação à aplicação e a organização do MI na escola, foi proposto inicialmente o desenvolvimento como um projeto interdisciplinar no qual seria atribuído de 0 a 5 pontos no trimestre como um dos critérios de avaliação a serem aferidos pelos instrumentos de acompanhamento das aulas, execução das atividades propostas e a avaliação formativa e recursiva que serão discutidas adiante.

⁴ Google Meet é um serviço de comunicação por vídeo desenvolvido pelo Google.

As etapas do trabalho se da praticamente em aplicar o pré-teste, desenvolvimento das aulas do material instrucional e pós-teste.

O pré-teste (APÊNDICE B) foi aplicado no mês de fevereiro do referido ano, mais especificamente na segunda e quarta semana de aula intercalada entre o grupo azul e verde (terceira semana foi feriado de carnaval) para todos os alunos presentes das turmas selecionadas para a pesquisa e se limitava a coletar os conhecimentos prévios dos estudantes de forma individual. Entretanto, observo que a aplicação deste pré-teste logo no início do trimestre se deve ao fato da pesquisa ter como objetivo a coleta de dados antes mesmos de qualquer instrução sobre o conteúdo a ser trabalho no MI ocasionalmente pelo professor regente da disciplina de física. Após a aplicação do pré-teste os dados devem ser analisado e utilizados nas aulas que precedem a sequência do MI.

Na etapa seguinte, em uma aula anterior ao que foi apresentado no material instrucional (APÊNDICE D) o professor deve entregar aos alunos um texto sobre “velocidade” (ANEXO I do MI) para leitura em casa e que será utilizado em sala de aula como um organizador prévio da próxima aula prevista no MI.

Na sequência, as aulas devem seguir as orientações propostas no MI, conforme o resumo apresentado no Quadro 5, seguindo as orientações de elaboração de uma UEPS e as estratégias de ensino segundo os aspectos transversais apresentadas por Moreira (2011).

Quadro 5 - 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

Aula 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
Aula 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. Gráfico $V \times t$; Propor exercício 3 a 8.	2 aulas de 50 mim
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 movimento uniforme relacionando-o a uma função Afim por meio da representação gráfica.	1 aula de 50 mim
Aula 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: Produzido pelo autor.

No material estão dispostas atividades diversificadas, que retrata 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 movimento Uniforme 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 contribuirá e ao mesmo tempo promover 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 será utilizado perguntas presentes no MI, questões propostas ao final das aulas e anotações pessoais do professor, como instrumento de coleta de dados.

As perguntas realizadas ao longo do material instrucional 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 busca verificar e aprimorar por meio de exemplos os conceitos novos apresentados em cada aula reconciliando integrativamente o conteúdo. Assumindo um caráter de recursividade as atividades serão corrigidas e discutidas em sala de aula.

As anotações pessoais do professor serão feita durante a aplicação do MI através de observação de cada aula a cerca do material utilizado, as dificuldades e facilidades encontradas pelos alunos, o tempo gasto na execução das atividades e a interação; e cumprimentos das atividades propostas. Estas observações das aulas serão apresentadas no capítulo 5 de resultados e análise presente nesta dissertação.

Na última etapa, após a aplicação do MI deve-se aplicar o pós-teste (APÊNDICE C) com 15 questões objetivas elaboradas em acordo com o material instrucional, 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.

O pós-teste consiste ainda em um instrumento de avaliação individual somativa que servirá para compor juntamente com as anotações pessoais do professor uma nota parcial dos alunos no 1º trimestre de 2021, como um dos critérios de avaliação.

5 - RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo irei fazer uma descrição de como se deu cada uma das 12 aulas previstas no MI, incluído o pré-teste como aula 1 e o pós-teste como aula 12. O objetivo é descrever os procedimentos utilizados em cada aula, apresentar os questionamentos/dificuldades dos alunos, fazer algumas ponderações a respeito do desenvolvimento das aulas realizadas e por fim analisar os resultados do pós-teste e compará-los com os resultados coletados no decorrer das aulas que o antecedem.

5.1 AULA 1 – APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE

Foi elaborado inicialmente um pré-teste com 16 (dezesseis) perguntas sendo as questões Q1 e Q2 discursiva com o objetivo de coletar informações dos alunos sobre quais conteúdos físicos já haviam sido estudados por eles, assim como, suas concepções sobre o que é o ensino de física e suas relações com a matemática. Na questão Q9, ainda discursiva, procura-se coletar informações sobre a localização de pares ordenados no plano cartesiano, o qual será muito utilizado ao longo da aplicação do MI.

A questão Q3 limita-se a identificar quais são as concepções dos alunos sobre o conceito de velocidade média, tal como a sua definição. Na questão Q4, objetiva-se a identificar se os alunos percebem no gráfico de linha uma forma diferente e eficiente de representar os dados contidos, como por exemplo, em uma tabela da posição *versus* tempo. Para não influenciar as respostas dos alunos foi entregue primeiramente a folha 1 do pré-teste, contendo as questões Q1, Q2, Q3 e Q4 e após o término e devolutiva ao professor destas questões pelos alunos é que foram disponibilizadas o restante das questões do pré-teste.

As questões propostas de Q5 a Q8 e de Q10 a Q16, são todas objetivas contendo 6 (seis) alternativas de resposta cada uma delas incluindo a opção de não sei responder – NSR, com o intuito de evitar que os alunos deixe a questão em branco ou que marcassem alguma alternativa aleatória. Nestas questões são abordadas as

diferentes formas de representação de um movimento seja ele através da trajetória, tabela ou gráficos.

Antecedendo a aplicação do pré-teste foi apresentado aos alunos à possibilidade de aplicação de uma sequência didática composta por um Material Instrucional, procurando promover a interdisciplinaridade entre os conteúdos de matemática e física a ser desenvolvida no decorrer do 1º trimestre do ano letivo.

O pré-teste foi aplicado no início do ano letivo de 2021, na EEEFM Professora “Hilda Miranda Nascimento” localizado no município da Serra para um total de 98 alunos que estavam presentes, sendo todos devidamente matriculados no 1º ano do Ensino Médio.

Após análise dos resultados obtidos no pré-teste, identificou-se que do total de alunos presentes, todos indicaram não ter até o momento da aplicação, nenhuma orientação sobre o ensino de cinemática na série em que estão matriculados, portanto, os conhecimentos coletados e apresentados destes alunos condizem apenas aos conhecimentos supostamente advindos dos anos anteriores.

Dentre os relatos coletados na questão Q1 sobre quais seriam os conteúdos físicos que já haviam sido estudados na disciplina de Ciências (Ensino fundamental II) ou de forma autônoma pelos alunos, apareceram as palavras velocidade média (7 vezes), mecânica (4 vezes), movimento, tempo e distância (2 vezes cada), sob planetas, massa, espaço, gravidade, propagação do som, propagação da luz, magnetismo, dinâmica, ondas eletromagnéticas, força, relatividade, movimento uniforme, fundamentos da cinemática e movimento uniforme variado (1 vez cada).

Observou-se que do total de 98 alunos presentes na aula, 7 deles relataram possuir certo tipo de conhecimento sobre o conteúdo de velocidade média; outros 10 alunos responderam apenas entre as demais respostas apresentadas e 81 dos alunos não souberam responder ou disseram que não se lembram, conforme relatado pelos alunos a seguir:

Aluno A: “nunca estudei física, ano passado não tinha essa matéria na minha escola”.

Aluno B: “Não lembro o que estudei ano passado porque a gente estudou pelo Google Sala de Aula e por esse motivo não lembro”.

Aluno C: “No 9º ano estudei alguns conceitos de física, mas muito pouco como: O som, como o som se propaga, e um pouco sobre a luz”.

Aluno D: “bom, eu já estudei alguns conteúdos físicos, mas é que na minha antiga escola não estudamos muito por causa da pandemia e o pouco que estudei não me lembro muito bem”.

Aluno E: “durante a quarentena estudei por conta própria em casa. Lembro de começar a estudar mecânica, notação científica, movimento uniforme, fundamentos da cinemática e movimento uniforme variado”.

Observa-se através dos relatos descrito pelos alunos que no ano anterior o ensino ficou comprometido devido ao surgimento da pandemia da Covid-19 e, portanto, alguns alunos afirmaram ter ficado em casa e neste período não conseguiram acompanhar o ensino remoto oferecido pelas redes municipal e estadual de ensino.

Na questão Q2, foi pedido que os alunos escrevessem em poucas palavras a diferença entre a disciplina de matemática e a disciplina de física. Do total de alunos que responderam o pré-teste 46 deles assinalaram não saber responder a questão ou não opinaram sobre a diferença entre as duas disciplinas; outros 10 alunos responderam não haver muitas diferenças como pode ser vistos pela fala dos alunos F e G a seguir:

Aluno F: “A física além de ter matemática tem ciência também então fala de tamanho, tem cálculos etc”.

Aluno G: “Nenhuma porque a matemática precisa da física e a física precisa da matemática”.

Ainda há um grupo de 36 alunos que relataram a matemática como sendo uma disciplina que trabalha usando apenas números ou fórmulas como equações ou problemas de cálculos; já a física estuda algo mais a fundo como os problemas do dia a dia, a ciência, o tempo e os fenômenos que ocorrem na natureza, como pode ser identificado pelas falas dos alunos a seguir:

Aluno H: “a matemática estuda, mas números, tabuadas, etc. e a física e mais a que está ao nosso redor tudo que a gente ver e toca e o que eu acho”.

Aluno I: “matemática são apenas cálculos. E física estuda a ciência com alguns cálculos”.

Aluno J: “Matemática estuda com contas, números (exatas). Física estuda o mundo, matéria física, tudo o que pegamos e sentimos”.

Aluno K: “a matemática e mais sobre números e a física fala mais sobre a ciência”.

Aluno L: “física estuda todos os fenômenos que ocorrem na natureza e matemática é mais voltada para cálculos, contas, etc”.

Aluno M: “Matemática faz mais contas e problemas já a física fala algo mais pra ciência sobre espaço, tempo”.

Outros 6 alunos que responderam a questão Q2, apresentaram a definição da física como a disciplina que estuda os fenômenos do dia a dia e tenta explicá-los através da matemática como pode ser visto nos relatos dos alunos N e O:

Aluno N: “a física estuda as leis da natureza e a matemática é utilizada para resolver essas leis”.

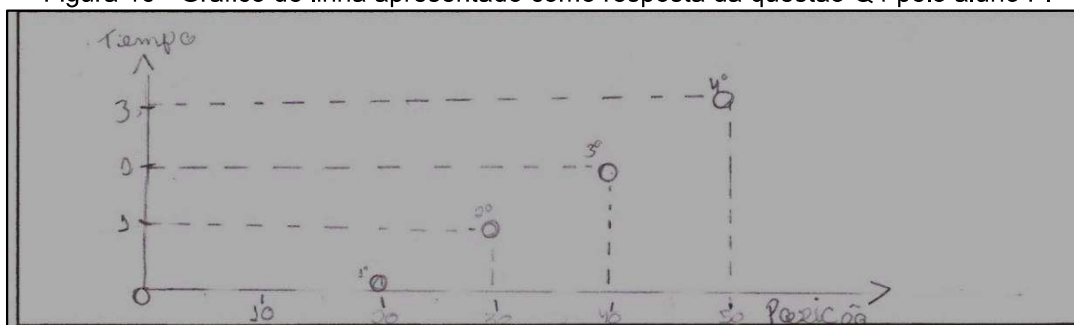
Aluno O: “a matemática e a base da física. A física estuda os fenômenos no dia a dia”.

Na questão Q3 em que se abordou a definição do conceito físico relacionado à velocidade média, 76 alunos relataram não ter estudado e por isso não sabiam a definição; outros 2 alunos relataram já ter estudado, definindo corretamente através da expressão $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ o conceito de que velocidade média é o quociente entre a variação do espaço pelo tempo. Houve ainda um grupo de 20 alunos que responderam já ter estudado o conceito físico de velocidade média, porém não lembravam a definição dada.

Na questão Q4, foi apresentada aos alunos uma trajetória contendo as posições de um carro em diferentes intervalos de tempo e os mesmos dados foram também apresentados em uma tabela da posição em função do tempo. A proposta era que os alunos buscassem outra forma diferente de representar visualmente estes mesmos dados disponíveis na tabela ou trajetória.

Esperava-se que os alunos chegassem a um gráfico de linhas, porém verificou-se que apenas 1 aluno do total de 98 que responderam o pré-teste tentaram apresentar esta solução, sendo que no momento de representar os valores da posição (S) e tempo (t) no plano cartesiano o aluno acabou por inverter as coordenadas colocando a posição no eixo das abscissas e o tempo no eixo das ordenadas (Figura 10) e ainda não fez uma linha contínua entre os pares ordenados de forma a representar as diferentes posições do móvel entre o intervalo de tempo de 0 a 3s.

Figura 10 - Gráfico de linha apresentado como resposta da questão Q4 pelo aluno P.

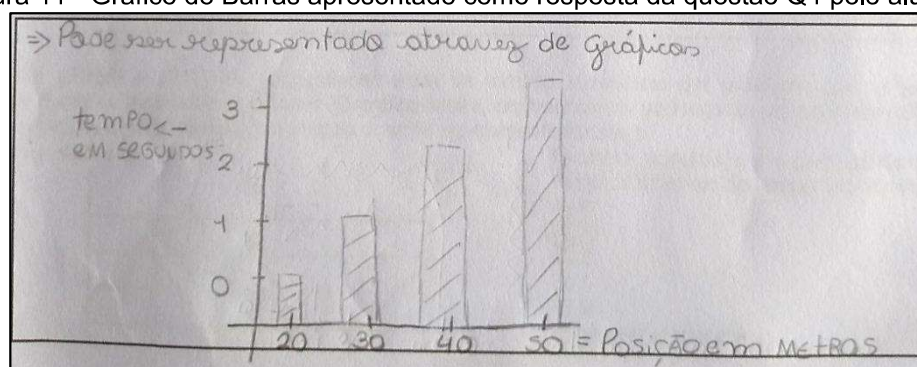


Fonte: Produzido pelo autor.

O fato de o aluno não esboçar a linha contínua, pode estar relacionada à percepção do aluno em representar apenas os valores contidos na tabela ou trajetória e não as possíveis posições ao longo de todo o trajeto. Matematicamente, as posições das grandezas S e t colocadas no plano cartesiano da Figura 10 podem ser caracterizadas como se a grandeza tempo estivesse em função da posição, erro comum quando o aluno ainda não sabe o conceito de função e suas relações expressas por fórmulas ou gráficos de linha.

Através dos dados coletados observou-se ainda que 5 alunos optaram por fazer um gráfico de barras na vertical sendo que 2 destes alunos cometeram o mesmo erro de colocar os valores do tempo em função da posição e conseqüentemente o número zero (origem da posição em $t = 0$) ficou fora do eixo das posições conforme pode ser visto na Figura 11.

Figura 11 - Gráfico de Barras apresentado como resposta da questão Q4 pelo aluno C.

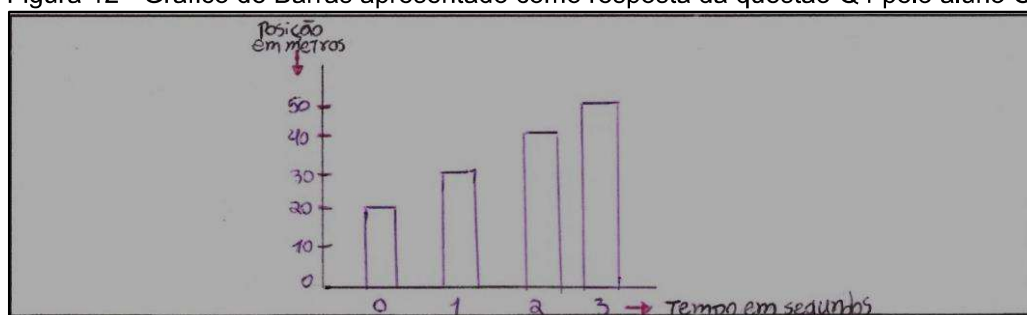


Fonte: Produzido pelo autor.

Os outros 3 alunos deste grupo de 5 alunos apresentaram o gráfico de barras adotando corretamente nos eixos das abscissas os valores do tempo e no eixo das ordenadas os valores da posição, porém como pode ser visto na Figura 12 o tipo de gráfico escolhido não descreve as diferentes posições do móvel ao longo de todo o

intervalo de tempo real e somente às posições em determinados instantes de tempo conforme os dados contidos na tabela da questão Q4, o que nos remeteria a ideia que estaria correto se analisarmos apenas os dados contidos na tabela deixando de lado o fato de que estes dados representam as diferentes posições de um móvel em movimento uniforme em certos instantes de tempo.

Figura 12 - Gráfico de Barras apresentado como resposta da questão Q4 pelo aluno Q.



Fonte: Produzido pelo autor.

Outro fato importante observado no gráfico (Figura 12) é que o aluno representou o número 0 (zero) em dois lugares distintos e que apesar da correspondência entre os valores de t e S terem sido feita corretamente, a representação utilizada deixa de lado a existência de um ponto referência chamado de origem da trajetória que se localiza em um mesmo ponto de coordenada $(0, 0)$ os valores da posição e do tempo.

Considerando as respostas dadas por este pequeno grupo de 5 alunos, não podemos dizer totalmente que eles estão errados, pois se a proposta era buscar outra forma diferente de apresentar os dados da questão Q4 os alunos assim o fizeram, no entanto, posteriormente em sala de aula, é importante que o professor indique que este modelo de gráfico de barras é muito utilizado quando se quer comparar informações, ou seja, ele é comparativo entre dados e o nosso objetivo na questão Q4 é descrever as diferentes posições do móvel para todo o instante de tempo transcorrido o movimento.

Do total dos alunos que responderam o pré-teste contatou-se que 84 alunos não tentaram ou não conseguiram representar nenhuma resposta na questão Q4, e ainda outros 8 alunos que tentaram responder acabaram por realizar diferentes representações semelhantes a que já havia sido apresentada na questão como o desenho da trajetória ou tabela, o que nos remete a uma possível falta de

conhecimento sobre a importância e a utilização de gráficos para representar situações do cotidiano.

Para que os alunos pudessem responder as questões Q5, Q6, Q7 e Q8, foi lhes apresentado no material uma história enunciando as questões, juntamente a uma tabela (Figura 13) contendo dados das diferentes posições e tempos de um atleta que participava de uma maratona.

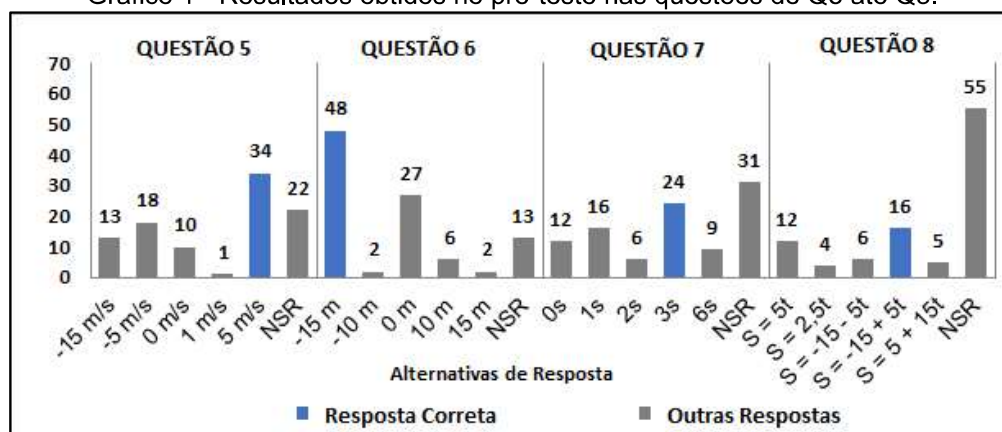
Figura 13 - Tabela S x t utilizada pelos alunos para responder as questões de Q5 a Q8 no pré-teste.

t(s)	0	1	2	3	4	5	6
s(m)	-15	-10	-5	0	5	10	15

Fonte: Produzido pelo autor.

Analisando os dados obtidos nas questões Q5 até Q8 do pré-teste (Gráfico 1) é possível identificar que na questão Q5, do total de alunos pesquisados 34 deles conseguiram definir o valor da velocidade média, porém ainda houve um grupo de 22 alunos que informaram não saber responder, ou seja, provavelmente estes alunos ainda não compreendem o conceito apresentado e outros 42 alunos que apesar de terem respondido a questão não conseguiram definir corretamente o valor da velocidade média através dos dados contidos na tabela (Figura 13).

Gráfico 1 - Resultados obtidos no pré-teste nas questões de Q5 até Q8.



Fonte: Produzido pelo autor.

Na questão Q6 quando perguntado sobre a posição inicial do atleta, 48 alunos assinalaram corretamente a questão, porém ainda têm outros 50 alunos que não conseguiram responder ou marcaram outras opções como, por exemplo, um grupo de 27 alunos que destacaram que esta posição inicial seria de 0 (zero) metros, fato este que devemos investigar durante a aplicação do MI.

Na questão Q7 apenas 24 alunos conseguiram responder corretamente indicando, por exemplo, que do total de alunos pesquisados 74 deles não conseguiram analisar de forma correta o instante em que o atleta passa pela origem das posições, ou seja, o instante em que a pessoa se encontrava na posição $S = 0$ m da trajetória. Destaca-se ainda o fato de 31 alunos, ter indicado não saber responder demonstrando à ausência de conhecimento prévio sobre o conteúdo abordado.

Analisando a questão Q8, podemos destacar que 55 alunos disseram não saber responder sobre a função horária das posições, isso mesmo após a maioria terem indicados nas questões Q5 e Q6, respectivamente o valor da velocidade média e da posição inicial de forma correta. Estes alunos demonstraram não saber representar uma função Afim ou horária por meio de uma fórmula que estabeleça a posição de um móvel em função do tempo, formando assim uma relação da física com a matemática.

Na questão Q9 do pré-teste, foram disponibilizados dois planos cartesianos nos quais o aluno deveria escolher a opção correta entre os valores correspondentes de S e t apresentados corretamente nos eixos das abscissas e ordenadas para assim marcar os pares ordenados de A até F fornecidos na questão e em sequência fazer uma reta ligando os pontos.

Do total de alunos pesquisados, apenas 4 alunos conseguiram marcar corretamente os pares ordenados no plano cartesiano de opção 1 e em seguida fazer a reta. Outros 79 alunos sequer tentaram responder deixando a questão em branco ou apresentaram marcações erradas em relação ao que foi proposto. O restante equivalente a 15 alunos escolheram o plano cartesiano de opção 2 onde os valores de S e t colocados no gráfico não correspondia corretamente à ordem (t, S) , estando S em função de t conforme é estabelecido por um par ordenado. Além disso, a maioria destes alunos errou na marcação dos pontos de A até F no momento da transcrição para o plano cartesiano.

A partir dos dados coletados e analisados na questão Q9 do pré-teste, fica evidente que os alunos na sua maioria apresentam muita dificuldade na representação de dados por meio de gráficos, por não conhecerem corretamente a ordem de uma grandeza a ser utilizada em um par ordenado no plano cartesiano e seus significados quanto à definição de uma função Afim estudada em matemática que

estabelece a relação entre estas grandezas por meio de variáveis dependentes e independentes.

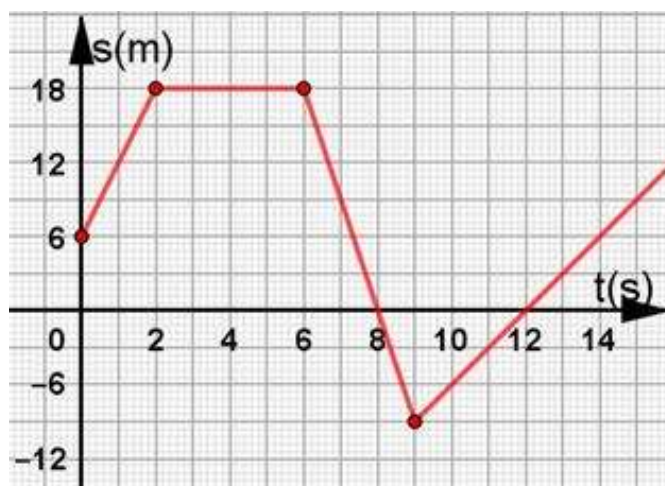
Esta mesma observação da organização das posições das grandezas em gráficos pode ser visto nas Figuras 10 e 11 referentes à questão Q4 do pré-teste, deste modo, este assunto deverá ser abordado durante a aplicação do MI proposto (APÊNDICE D).

Na questão Q10 do pré-teste, buscou avaliar se os alunos possuem conhecimento sobre a leitura e a interpretação de gráficos $V \times t$, objetivada através de uma descrição gráfica, com a proposta de que os alunos pudessem verificar o tempo em que o móvel permaneceu imóvel ao longo do intervalo analisado.

Os resultados obtidos na questão Q10 apontaram que um total de 32 alunos conseguiu responder corretamente a questão. Dos 66 alunos restantes que acabaram por errar a questão, destaca-se um grupo de 20 alunos no qual responderam como correta a alternativa A (4 minutos), fato este que podem ser atribuídos provavelmente por terem considerados que o móvel estava parado, entre os intervalos de 0 a 1s, de 3 a 4s e de 6 a 8s onde a representação gráfica é visivelmente composta por um segmento de reta constante, porém no intervalo de 0 a 1s e de 3 a 4s, por ser um gráfico $V \times t$, o móvel apresenta velocidade não nula o que significa que o corpo está em movimento e não imóvel.

Para que os alunos pudessem responder as questões Q11, Q12, Q13, Q14 e Q15, foi lhes apresentado previamente um gráfico $S \times t$ (Figura 14) representando o movimento de um objeto em uma dimensão, distribuído em várias etapas.

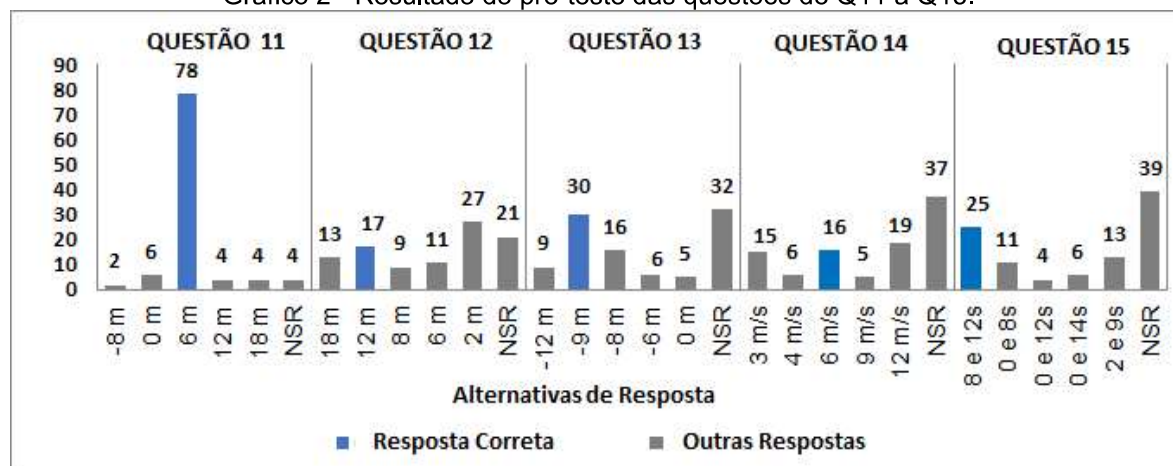
Figura 14 - Gráfico $S \times t$ utilizado pelos alunos para responder as questões de Q11 até Q15.



Fonte: Produzido pelo autor.

No Gráfico 2 é possível verificarmos em cada questão de Q11 a Q15, o número de alunos distribuídos para cada um dos itens de respostas disponíveis no pré-teste a partir da análise de dados contidos na Figura 14.

Gráfico 2 - Resultado do pré-teste das questões de Q11 a Q15.



Fonte: Produzido pelo autor.

Observa-se que dentre as questões propostas apenas na questão Q11 os alunos obtiveram um bom resultado, onde 78 de um total de 98 alunos conseguiram identificar no gráfico $S \times t$ (Figura 14) de forma correta a posição inicial do Móvel, ou seja, a posição em que o móvel estava ao iniciar o movimento.

Na questão Q12 os alunos teriam que analisar o espaço percorrido entre os instantes de 0 a 2 segundos, no entanto, constata-se que apesar de a maioria dos alunos ter identificado na Q11 que a posição inicial era de 6 metros, 81 alunos não conseguiram associar a variação do espaço de 6 a 18 metros em 2 segundos, chegando ao valor de 12 metros percorridos, o que só foi respondido corretamente por apenas 17 alunos.

Observa-se ainda que do total de 81 alunos, há um grupo de 27 alunos que optaram pela alternativa E, correspondente a 2 metros, como resposta da questão, o que possivelmente se justifica por terem analisado a distância percorrida através das medidas de tempo entre os intervalos de 0 e 2 segundos. Outro fato relevante observado deste grupo é que 21 alunos disseram não saber responder a questão, o que nos indica a necessidade de abordar o tema com mais detalhes durante a aplicação do MI.

Na questão Q13 sobre a posição do móvel no instante de 9 segundos, apenas 30 alunos responderam corretamente a questão definindo a posição em -9 metros, o

que nos diz que ainda há outros 68 alunos que não sabem localizar o valor da posição (S) corretamente no plano cartesiano ou não perceberam a escala utilizada no eixo das ordenadas, pois 16 destes alunos optaram pela alternativa C, correspondente a -8 metros; e outros 32 indicaram não saber responder a questão que se refere a identificar a localização de um par ordenado no plano cartesiano.

A questão Q14 objetivou a definir a velocidade escalar do móvel no instante de 1s, o que foi respondido corretamente por 16 alunos ao optarem pela alternativa C representada por 6 m/s, porém, se destaca a resposta dada por outros 37 alunos que indicaram não saber responder a questão, ou seja, provavelmente não tinha nenhuma ideia a respeito das informações contidas no gráfico de linhas. Há ainda um grupo de 19 alunos que responderam de forma errada que a velocidade escalar do móvel, era representado por 12 m/s, o que se justifica possivelmente pelo fato dos alunos ter identificado que a velocidade escalar seria a sua posição no instante de 1s, desconsiderando a grandeza S (posição) utilizada na representação gráfica (Figura 14).

Na questão Q15 procurava-se identificar os instantes que o móvel passava pela origem das posições, e observa-se que do total de alunos apenas 25 responderam corretamente a questão, indicando à alternativa A com os instantes de 8 e 12 segundos. Identifica-se ainda um grupo de 34 alunos que optaram por outras respostas e a maioria dos alunos, correspondente a 39 do total afirmaram não saber responder a questão Q15, ou seja, neste caso provavelmente não souberam o que significa origem das posições (termo utilizado para indicar a posição de um móvel quando passa pela posição inicial da trajetória que se localiza no marco zero das posições).

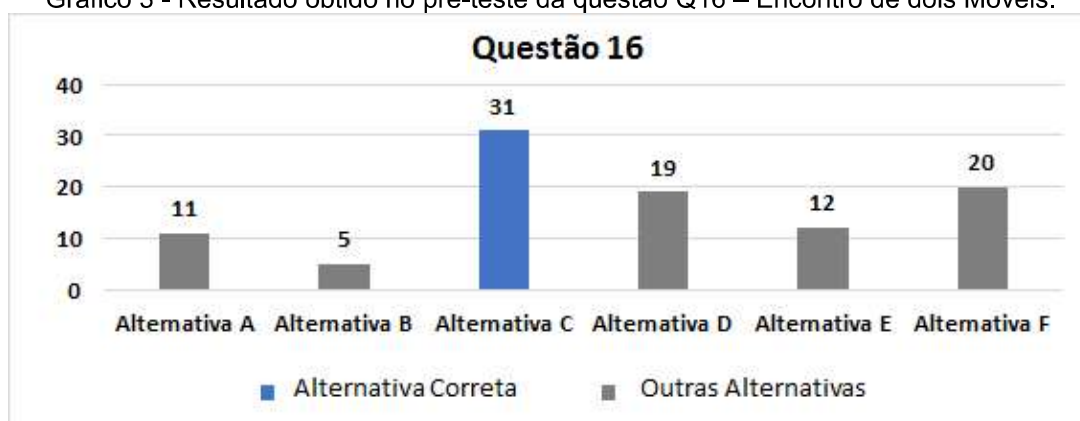
A partir da análise dos dados e dos resultados obtidos nas questões envolvendo a Figura 14, constata-se que os alunos apresentam na sua maioria, dificuldades de interpretação de informações, leitura de dados como localização de pontos e variações de diferentes posições em função do tempo.

Por fim, na questão Q16 do pré-teste apresenta-se em um mesmo gráfico $S \times t$ a trajetória de dois móveis A e B que se descolocam em sentidos opostos. Baseado nas informações contidas no gráfico pede-se na questão que o aluno estabeleça o instante em segundos que haverá o encontro entre os dois móveis.

Para solucionar a questão os alunos devem observar no gráfico as diferentes posições iniciais de cada móvel A e B, assim como suas velocidades médias e em seguida, através das funções horárias determinarem o instante em que haverá o possível encontro.

No Gráfico 3 podemos observar pelos resultados encontrados que do total de 98 alunos, 31 deles apresentaram a resposta correta para a questão; outros 47 escolheram de forma errada outras alternativas do instante de encontro entre os móveis e 20 alunos indicaram não saber responder a questão ao assinalar a alternativa F como resposta.

Gráfico 3 - Resultado obtido no pré-teste da questão Q16 – Encontro de dois Móveis.



Fonte: Produzido pelo autor.

Analisando os resultados do pré-teste é possível inferir que os alunos não veem no gráfico uma forma de representação visual de dados coletados em uma dada situação e a maioria não sabem ou apenas apresentam certas dificuldades em representá-los corretamente no plano cartesiano. Ainda identifica-se que os alunos ainda não dominam o conceito de função, principalmente o que é descrito por uma função horária (função Afim) e suas relações.

5.2 ANÁLISES DAS AULAS AO LONGO DA SEQUÊNCIA PROPOSTA NO MI.

Neste subitem do capítulo 5 irei relatar como se procedeu cada uma das 11 aulas previstas e propostas no MI, que sucedem a aplicação do pré-teste, de forma a fazer algumas ponderações a respeito do desenvolvimento de cada aula.

5.2.1 Aula 2 - Conceituar velocidade média e instrumentalizar conceitos básicos de cinemática

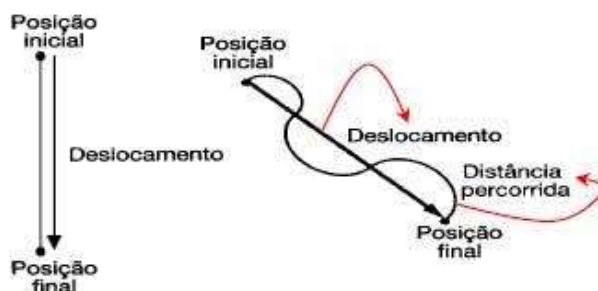
Para a realização desta aula orienta-se que quando possível o professor a faça no laboratório de informática de forma a possibilitar aos alunos o acesso à internet, fato este que não foi possível nesta aplicação, pois devido às orientações de distanciamento social causada pela pandemia da covid-19, estes espaços da escola ficaram fechados e, portanto, a aula foi dada em sala de aula com o auxílio de um computador com acesso a internet e Datashow.

Procurou inicialmente recordar com os alunos sobre a importância do trabalho a ser realizado, os procedimentos metodológicos a ser utilizados nas aulas e o objetivo da sequência proposta no MI. Os alunos ficaram curiosos para ver o resultado do pré-teste, porém foi lhes explicado que o conteúdo abordado no pré-teste seria novamente discutido ao longo da sequência do MI através das atividades proposta em cada aula.

Após apresentar o objetivo específico da aula me propus a conceituar a cinemática como um conteúdo que está ligado diretamente à matemática e que se destina a estudar os movimentos, seja ele um ponto material ou partícula. Através do Quadro 2.2.1 e Quadro 2.2.2 presentes no MI (APÊNDICE D), foram exemplificados e conceituados por meio de exemplos o que é uma trajetória, referencial, espaço, movimento e repouso, o deslocamento escalar e distância percorrida.

O deslocamento escalar e distância percorrida foram foco das discussões entre os alunos que não tinham os conceitos ainda bem definidos sobre a diferença entre os dois termos, por isso foi apresentado aos alunos um exemplo (Figura 15) que permitissem diferenciá-los visualmente.

Figura 15 - Diferença entre deslocamento e distância percorrida.



Fonte: (EXPLICATORIUM, acesso em 02 de mar. 2021).

Na sequência da aula foi perguntado aos alunos: **O que é velocidade média? Vocês leram o texto sobre Velocidade?** Neste momento o professor, promoveu uma interação com os alunos a cerca do texto entregue na aula anterior, de forma a definir o que significa o termo velocidade média.

No texto (ANEXO I do MI) é abordado um breve relato de como funciona um radar fixo, demonstrando como a concepção de movimento está presente no nosso cotidiano, e, além disso, utiliza o termo velocidade para estimar o tempo, por exemplo, de uma viagem e então conceituar velocidade média (rapidez média) como sendo o quociente entre a distância percorrida e o tempo gasto para percorrê-la.

O texto de Artuso e Wrublewski (2013, p. 34) funcionou como uma situação problema inicial, conforme proposto por Moreira (2011) e se mostrou muito eficaz na preparação dos alunos para que o professor pudesse inserir através dos seus conhecimentos prévios o conteúdo de velocidade, permitindo representá-la, por uma expressão matemática, sendo V uma variável dependente da variação de ΔS e Δt . A introdução da expressão da velocidade de forma contextualizada por meio de uma situação problema, objetivou-se a suprir as deficiências diagnosticadas na questão Q3 do pré-teste.

Definido o conceito de velocidade média, a aula seguiu com o objetivo de apresentar uma consequência numérica dos resultados encontrados nos cálculos obtidos para a velocidade média que pode ser positivo ou negativo. Então, de forma recursiva se utilizou a Figura 2.2.1 do MI (APÊNDICE D) que apresenta em uma trajetória um carro no sentido a favor e outro contra a esta trajetória permitindo assim diferenciar através do valor da velocidade se o movimento é progressivo ou retrógrado.

Foram utilizados aproximadamente 30 minutos da aula para que fosse possível apresentar os conceitos iniciais e conceituar velocidade média. O tempo restante de 20 minutos foi destinado à pesquisa e a realização da atividade (ANEXO II do MI) proposta no MI, sendo que para realizar estas atividades cada um dos alunos presentes na aula, receberam o material impresso com as perguntas a serem respondidas através de sua pesquisa.

A princípio segundo a proposta do MI estas atividades deveriam ser realizadas parcialmente na escola com o auxílio de computadores e internet disponível no laboratório de informática, porém não foi possível o agendamento do laboratório devido às restrições causadas pela pandemia da Covid-19. Então, os alunos foram

orientados a realizar a sua pesquisa em casa de modo a conseguir responder de forma individual todas as questões propostas no MI em anexo II, isso se o aluno estivesse o acesso à internet em sua residência.

Em sala de aula, o professor com intuito de exemplificar para os alunos o que deveriam ser realizado nas atividades, aproveitou o momento da aula disponível para projetar no quadro branco com o auxílio de um Datashow, um exemplo utilizando o Google Maps da trajetória entre a casa de um dos alunos (escolhidos aleatoriamente entre os alunos que quiseram participar fornecendo o local onde reside ou local escolhido pelo professor) e a escola Hilda Miranda Nascimento. A partir do resultado encontrado na pesquisa como trajetória, distância e tempo, os alunos foram respondendo as questões 01 e 02 do material disponibilizado, tomando como referência para a realização de sua atividade posteriormente.

Finalizando a aula, foi exemplificado como proceder na realização da questão 03 e 04, orientando os alunos sobre a utilização do Google Maps na localização, definição de diferentes posições como referência ao longo da trajetória e os seus respectivos tempos de deslocamento.

Na questão 03, objetiva-se a definir a distância e o tempo previsto no trajeto entre a casa do aluno e a escola (ou outro ponto de referência viável para fazer medidas) e em seguida, utilizar a reta orientada para representar com no mínimo de três pontos de referência entre o ponto inicial e ponto final da trajetória o seu trajeto com posições e tempos.

Na questão 04 os alunos foram orientados a utilizar uma tabela da posição versus tempo para representar os mesmos dados de posição (S) medidas em metros e suas localizações (nomes das posições) adotadas como referência na reta orientada (trajetória desenhada) da questão 03, porém com o auxílio de um cronômetro, o aluno deveria ele próprio fazer o percurso descrito na sua pesquisa de forma há cronometrar o tempo (medidos em segundos) gasto efetivamente entre as diferentes posições referenciadas durante todo o seu percurso.

E importante observar que a atividade 03 e 04 podem ser feitas utilizando a trajetória realizada pelo aluno entre a sua casa até a escola, ou escola/casa, ou escola/trabalho, desde que haja possibilidade e viabilidade de se medir tanto as diferentes distâncias como os tempos de deslocamento através de um cronômetro conforme proposto na questão 04.

Ressalto que a atividade proposta na questão 03 e 04 será novamente discutida e corrigida na aula 3 prevista e tem como objetivo reforçar através do Google Maps o conceito estudados na cinemática como: trajetória, referencial, sentido, distância percorrida, intervalo de tempo e velocidade média.

Por fim, destaca-se a utilização do Google Maps na aula como um dos recursos disponíveis para obtenção das informações conceituadas em sala, se mostrando uma importante ferramenta motivadora para a realização da tarefa, além de contribuir de forma natural para que os alunos percebessem na reta orientada descrita, uma forma de representar o seu trajeto vivenciado no dia a dia e na tabela uma possibilidade de organizar os dados de posição (S) versus tempo (t) obtido no trajeto descrito.

5.2.2 Aula 3 - Diversificar diferentes representações de dados S x t no MU.

A aula 3 foi pensada pra consolidar os conhecimentos apresentados na aula anterior e promover a negociação de significados com os alunos, definindo quais seriam as formas ou tipos de representações válidas para um certo tipo de movimento, evidenciando de forma semelhante ao que foi proposto inicialmente na questão Q4 do pré-teste, porém com outros meios.

Inicialmente discutiu-se com os alunos como foi para eles a realização da atividade proposta na aula anterior, e muitos disseram não ter entendido o item d que pedia a representação da velocidade em m/s, ou seja, desconhecem a conversão de unidade de medida. Para exemplificar, foi perguntado a um dos alunos qual era distância percorrida no trajeto descrito pela sua pesquisa no Google Maps e o tempo gasto para percorrê-la. Como a distância estava em km foi explicado ha necessidade de multiplicar o valor por 1000 para poder expressar a medida em metros e como o tempo estava em minutos deveríamos multiplicar o valor por 60 para expressá-lo em segundos. Em seguida utilizando a expressão matemática da velocidade média conseguimos demonstrar o valor em m/s.

Mas o que significa a representação m/s, km/h, m/mim ou km/mim? Neste momento da aula foram trabalhados com os alunos o significado destas grandezas, suas diferenças e o Sistema Internacional de Medidas – SI, orientando posteriormente os

alunos para que refizessem o item d proposto na questão 02 da atividade em anexo II do MI.

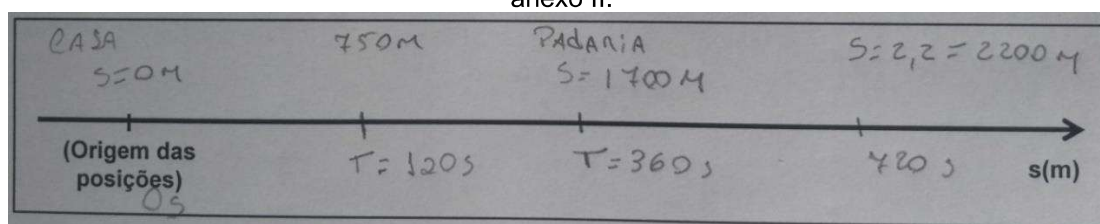
Em seguida, procurando abordar o objetivo principal da aula que é evidenciar as diferentes formas de representação de um movimento uniforme, foi ressaltado juntamente com os alunos a realização das questões 03 e 04 propostas como atividade a ser realizada em casa na aula anterior (ANEXO II do MI).

A partir dos dados informados e coletados pelos alunos na questão 03 e 04, o que posteriormente foi corrigido pelo professor, foi possível conduzir a aula 3 do MI no sentido de revisar os conceitos de cinemática como trajetória, referencial, sentido da trajetória, distância percorrida, intervalo de tempo e velocidade média.

No entanto, as questões foram pensadas e elaboradas com o principal objetivo de desafiar os alunos por meio da experimentação a realizar medidas ao longo de seu trajeto escola/casa ou casa/escola, definido pela sua pesquisa, como uma atividade inicial adequada que pode ser trabalhada por diferentes formas de representação como: a reta orientada, a tabela e o gráfico de linhas como um recurso eficaz na organização das informações de posição *versus* tempo.

Observa-se na Figura 16, um exemplo de resposta encontrada na questão 03 da aula anterior pelo aluno R, onde a distância fornecida segundo a pesquisa realizada no Google Maps era de 2 200 metros entre sua casa e a escola. Fazendo o percurso de bicicleta o tempo previsto era de aproximadamente 12 minutos ou 720 segundos, que daria uma velocidade média de 183 m/min ou 3,06 m/s aproximadamente.

Figura 16 - Reta Orientada, apresentada pelo aluno R como resposta da questão 03 presente no MI, anexo II.



Fonte: Produzido pelo autor.

Na Figura 17, encontra-se a resposta dada para a questão 04 atribuída pelo aluno R, sendo aqui evidenciados em um quadro da posição em função do tempo ($S \times t$) os mesmos dados de cada uma das posições definidas na questão 03 (Figura 16), porém a medida de tempo gasto no deslocamento realizado foi refeita pelo aluno com o auxílio de um cronômetro conforme enunciado da questão 04.

Figura 17 – Quadro apresentado pelo aluno R como respostas da questão 04, presente no MI no anexo II.

04. Atividade para Casa: utilizando um cronômetro verifique o tempo que você irá gastar ao longo do trajeto da escola até sua casa ou casa/escola, onde a cada posição de referência descrita anteriormente na questão 3 deve ser considerada ao longo do caminho. Para facilitar utilize o quadro a seguir para informar os valores encontrados:

Quadro S x t – Posição em função do Tempo					
	Posição inicial	Distâncias do Ponto inicial até os pontos de Referências			Distância do Ponto inicial até o ponto final do trajeto
Posição	S_0	S_1	S_2	S_3	S_f
Nome das posições					
s (m)	0	750 m		1900	2200
t (s)	0	120		200	5.25 / 325s

Fonte: Produzido pelo autor.

É possível observar que há uma diferença entre as medidas de tempo atribuídas para o deslocamento realizado entre as mesmas posições apresentados na Figura 16 e 17, o que se justifica pelas diferentes formas utilizadas para estimar o tempo conforme proposto nas questões 03 e 04 presentes no MI, anexo II.

Analisando as informações apresentadas (Figura 16 e Figura 17) podemos inferir que para percorrer os 2 200 metros de bicicleta o Google Maps estimou um tempo de 720 segundos (12 minutos), porém o aluno o fez em 325 segundos (5 minutos e 25 segundos) segundo as anotações realizadas pelo aluno R na execução da sua atividade.

Os dados encontrados pelos alunos na questão 04 forneceram informações suficientes para que se realizasse na aula uma discussão/revisão do conceito de velocidade média, as unidades de medidas e as diferentes formas de representação de um movimento que até aqui se limitou a reta orientada e a tabela S x t.

Analisando outras respostas fornecidas pelos alunos na questão 04 (ANEXO II do MI) proposta na aula anterior, foi possível verificar a existência de medidas de tempo que foram anotadas pelos alunos de forma correta e outras com imprecisões, como exemplo o valor encontrado por um aluno que afirmou ter percorrido 86 m em 0 (zero) minutos, ou seja, este aluno se deslocou entre dois pontos em menos de 1 minuto e por sua vez não considerou os segundos gastos no trajeto.

Há ainda alguns alunos que não souberam contabilizar o tempo somente em segundos, por exemplo, de 1 minuto e 15 segundos equivalente há 75 segundos, e conseqüentemente com a colaboração do professor foi possível mediar uma

interação entre os alunos para discutir estes dados permitindo que os alunos pudessem refazer seus cálculos.

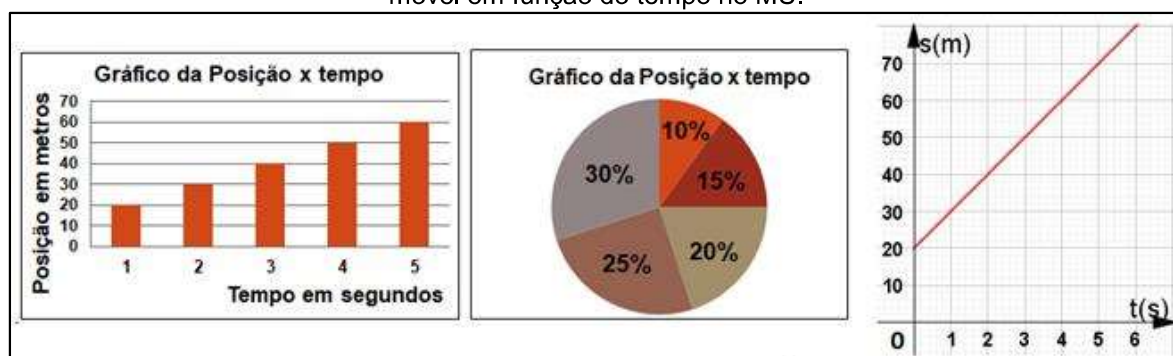
No fim, se verificou que o objetivo proposto na questão 03 e 04 foram alcançados, uma vez que apesar das dificuldades com as unidades de medidas encontradas, os alunos se empenharam na pesquisa conseguindo traçar uma rota e definir de certa forma diferentes posições com seus respectivos tempos. Observem que não foi cobrado dos alunos o rigor matemático nos resultados e sim a sua compreensão sobre a forma de representação e definição de velocidade média.

Após discussão dos resultados apresentados e fornecidos na atividade realizada pelos alunos na questão 04 (ANEXO II do MI) foi possível lançar a pergunta 05 disponível na aula 3 do MI que consistia em questionar os alunos se além das representações utilizadas anteriormente nas aulas, havia alguma outra forma de representar a posição de um móvel ou da pessoa caminhando em qualquer intervalo de tempo ao longo de todo o seu percurso.

O objetivo da pergunta realizada era definir como resposta a construção de um gráfico de linhas, porém inicialmente obteve-se varias outras respostas como, Google Maps, reta maior, mapa, rastreador e alguns afirmaram que não havia outra forma, até que um aluno falou em gráficos e então foi perguntado qual tipo de gráficos?

Assim como no pré-teste a maioria dos alunos não faziam naquele momento a ideia de qual gráfico seria melhor para representar os dados. Portanto para exemplificar, foi apresentado aos alunos por meio do Datashow um gráfico de barras, um de setor e outro de linhas (Figura 18) e então retomamos a pergunta até que foi identificado o gráfico de linhas como melhor opção.

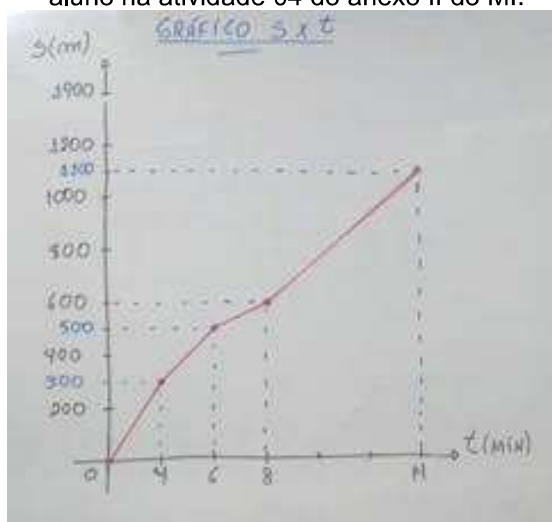
Figura 18 - Comparando diferentes gráficos para identificar qual melhor representa a posição de um móvel em função do tempo no MU.



Fonte: Produzido pelo autor.

Finalizando a aula, foi demonstrado aos alunos por meio de um exemplo realizado no quadro branco, a representação de um gráfico de linha (Figura 19) retratando as diferentes posições em função do tempo utilizando os dados coletados na atividade 04 (ANEXO II do MI) por um dos alunos da turma.

Figura 19 - Gráfico de linha construído como exemplo na aula, a partir dos dados coletados por um aluno na atividade 04 do anexo II do MI.



Fonte: Produzido pelo autor.

Diante da representação gráfica (Figura 19), foi possível identificar algumas características do movimento realizado pelo aluno favorecendo assim, para que pudéssemos discutir a importância e a eficácia destes gráficos no ensino da cinemática de forma a favorecer na descrição e identificação das diferentes posições de um móvel a partir do ponto inicial e em qualquer instante de tempo de todo o trajeto percorrido, seja ele da escola para casa ou de casa para a escola.

É possível observar ainda que a unidade de medida de tempo utilizada pelo aluno (Figura 19) foi representada em minutos, sendo que provavelmente no momento de fazer a anotação deste tempo, os segundos obtidos através do cronômetro foram desconsiderados, ocasionando na representação gráfica uma linha não linear. No entanto, foi esclarecido aos alunos que para ser linear o aluno deveria estar em movimento uniforme, tema abordado na próxima aula prevista no MI.

A partir da representação e análise dos dados obtidos (Figura 19), foi possível então mediar mais uma vez os conceitos de velocidade média através do gráfico, as unidades de medidas utilizadas em S e t e as suas relações para descrição de um movimento.

5.2.3 Aula 4 e 5 - Discutir o conteúdo definindo MU e descrever uma função horária de $S \times t$.

Inicialmente na aula 4, foi estabelecido com os alunos o conceito de movimento realizado por um corpo estando o mesmo com velocidade constante, e assim, definirmos os termos de movimento uniforme e movimento retilíneo uniforme.

A seguir na aula foi apresentada aos alunos a definição, através de exemplos, do conceito de função (pode ser trabalhado de forma interdisciplinar entre as disciplinas de física e matemática) como uma lei de associação que relaciona a cada uma das variáveis independentes um único valor numérico a variável dependente.

Para exemplificar melhor o conceito de MU, foi desenvolvida durante a aula a atividade proposta por Artuso e Wrublewski (2013, p. 55) presente no MI. A atividade proposta relaciona as diferentes posições em metros de uma pessoa em função do tempo em segundos dispostos em uma tabela $S \times t$ e em seguida apresenta algumas perguntas direcionando os alunos na definição de diferentes posições ou tempos baseados nos dados informados pela tabela.

Dentre os questionamentos feitos a partir da análise dos dados realizados na tabela $S \times t$, está à pergunta: “Qual é a relação matemática que permite estabelecer a posição de Laura caminhando em qualquer instante de tempo? Ou em qual instante de tempo Laura passa pela posição x ?” A partir deste questionamento, foi possível demonstrar para os alunos através da equação matemática que define a velocidade média, a dedução da função horária que descreve o movimento de um corpo quando o mesmo se encontra em MU (velocidade constante), e então, representamos a função por uma relação matemática onde a posição (S) está em função do tempo (t), ou seja, $S = S_0 + V \cdot t$.

A partir da descrição matemática exibida aos alunos, foi possível revisar os conceitos matemáticos e físicos, apresentando aos alunos a relação entre as disciplinas, assim como proposto na questão Q2 do pré-teste, de forma afirmar que as duas disciplinas são duas ciências que andam lado a lado uma da outra.

Contudo, foi observada junto aos alunos que nesta equação horária o termo S é a variável dependente do termo t que é a variável independente, e ainda que o termo S_0 representa a posição fixa e inicial do movimento; e que V é uma constante, ou

seja, por ser tratar de um movimento uniforme após ser definida a velocidade, este valor não se altera. Foi demonstrado ainda para os alunos que com o auxílio da função horária seria possível calcular o valor de S em qualquer instante de tempo ou que conhecendo a posição S que se encontra o móvel a partir da origem é possível também estimar o tempo gasto em percorrê-lo.

Apresentado o conteúdo da aula, foi indicado aos alunos que realizassem os exercícios propostos do MI presentes na aula 4, como forma de verificar os conhecimentos assimilados pelos alunos na aula realizada.

O tempo disponibilizado para que os alunos realizassem os exercícios na aula 4 foi de aproximadamente 25 minutos. No entanto, muitos alunos encontram algumas dificuldades em terminar a tarefa no tempo da aula e para não interferir em suas respostas antecipadamente achei melhor deixar que estes alunos pudessem levar a tarefa para casa, para então terminar de responder as questões.

Devido à pandemia da Covid-19 a aula 5, assim como as próximas 6 (seis) aulas previstas no MI incluindo o pós-teste (Pós-teste foi realizada através do formulário do Google e disponibilizado na plataforma do Google Sala de Aula), foram aplicadas no mês de março e abril conforme calendário apresentado no Quadro 4, remotamente via Meet no modelo online e auxiliada pela plataforma do Google Sala de Aula, com a aplicação de atividades pedagógicas não presenciais – APNP ou formulários do Google contendo perguntas, vídeos ou questionários.

Antecedendo a aula 5, devido à suspensão das aulas no modelo presencial e objetivando dar sequência na aplicação do MI foi agendada com os alunos um bate papo via Meet no qual discutimos sobre a possível aplicação online das aulas do MI, já previstas em sala de aula.

Dado a oportunidade, após todos os alunos participantes do bate papo realizado concordarem e estarem dispostos em realizar as aulas via Meet, foi aproveitado o momento de interação para dar sequência na aplicação do MI que aqui passamos a denominar aula 5, onde após diagnosticar as dificuldades encontradas por alguns alunos em realizar a tarefa, objetivou-se a promover a reconciliação integrativa através das correções das questões propostas na aula anterior (aula 4 do MI) fazendo uma breve revisão dos conceitos já estudados de forma a consolidar e aprofundar os conhecimentos.

Cabe aqui mencionar que as devolutivas dos alunos em relação às questões propostas e atividades desenvolvidas durante a aplicação da aula via Meet se deu por meio da participação no desenvolvimento das tarefas e pelas respostas dadas nas questões recomendadas.

Observo ainda que a partir desta aula realizada online via Meet, os alunos foram orientados que em cada uma das aulas seguintes haveria questões propostas a serem respondidas por eles, e que poderiam ser lançadas na aula por meio do formulário do Google ou no caso de construção de gráficos como exemplo, o aluno poderia realizar sua tarefa em uma folha de papel em casa e em seguida tirar uma foto do que foi realizado e anexar o arquivo por meio de um link específico disponibilizado pelo professor no Google Sala de Aula que é um espaço onde todos os alunos tem acesso através do e-mail institucional fornecido pela Secretaria da Educação do Estado do Espírito Santo - SEDU.

Em relação às questões propostas na aula anterior (aula 4), verificou-se que a maioria dos alunos compreenderam bem as questões 01, 02 e 03 errando em alguns casos apenas em cálculos matemáticos, como exemplo, em determinar o instante em que o corpo se encontra na posição $S = 5 \text{ m}$ na questão 03.

Na questão 04 os alunos apresentaram uma grande dificuldade em responder a pergunta realizada no item C, pois, muitos relataram não ter compreendido a diferença entre posição inicial do móvel e origem da trajetória, conforme já visto através dos dados na questão Q6 e Q7 do pré-teste.

No entanto, identificou-se que a dúvida apresentada no item C, justificava-se pelo fato de alguns alunos terem utilizado apenas a reta orientada para responder as questões e então como a reta começa no km 0 (zero) esta seria para os alunos a origem da trajetória e também a posição inicial do caminhão desconsiderando o enunciado que dizia que o caminhoneiro estava partindo de São Paulo que fica no km 70.

Para esclarecer esta dúvida aos alunos utilizamos de outros exemplos para justificar e diferenciar o que seria a origem da trajetória e o que seria a posição inicial (S_0) do ponto material finalizando a aula.

5.2.4 Aula 6 e 7 - Interpretação de gráficos $S \times t$ e $V \times t$ por aplicativo GeoGebra.

Na aula 6 a partir da necessidade de aprimorar os resultados apresentados pelos alunos na Q9 do pré-teste, objetivou-se neste primeiro momento a apresentar os elementos que compõem um plano cartesiano, assim como a disposição dos pares ordenados e a associação da representação gráfica de uma função, demonstrando os elementos que compõem o eixo das abscissas como variáveis independentes (domínio da função) e ao eixo das ordenadas como variáveis dependentes (imagem da função).

Para exemplificar os conceitos, buscou determinar a eficácia de uma representação gráfica e da sua utilização para descrever certo tipo de movimento por meio de uma situação problema descrita no MI. O exemplo citado, inicialmente nos traz um breve relato descritivo do movimento de uma pessoa e em seguida, o apresenta na trajetória orientada (Figura 2.5.2 do MI) com as suas diferentes posições, instantes de tempo e sentido do movimento.

A partir dos dados apresentados, foi demonstrado aos alunos a construção do gráfico $S \times t$ a partir do plano cartesiano (Figura 2.5.3 do MI), enfatizando a comunicação visual imediata possibilitada por esta representação, além da análise das informações obtidas como a posição inicial, o sentido da trajetória e o instante em que o móvel passa pela origem da trajetória, apenas pela observação.

Tanto na disciplina de matemática quanto na de física, os gráficos de linhas são muito utilizados para representar a descrição de uma grandeza que se relaciona em função de outra, e a partir dos seus pares ordenados representados pela linha contínua traçada no plano cartesiano é possível identificar as diferentes posições (valores de y) em qualquer instante de tempo (variações de x no eixo das abscissas).

Outro objetivo alcançado com esta aula consistiu em identificar junto aos alunos, as diferentes formas de representação de certo tipo de movimento, seja, pela linguagem falada, por modelos de retas orientadas (semelhantes à trajetória do Google Maps), por meio de tabelas, pelos gráficos construídos a partir do plano cartesiano ou pela descrição matemática de uma função horária. É importante destacar aos alunos que eles podem em uma mesma situação problema aplicar

qualquer uma destas representações e que o gráfico é muito usual por trazer de uma forma mais resumida todas as informações.

Após abordar estes tópicos de construção de gráficos e as diferentes formas de representação, foi exemplificado a partir de uma tabela da posição versus tempo e a sua representação gráfica $S \times t$, como obter a equação da função horária $S = S_0 + V.t$ de um MU. No entanto, após fazer uma análise e interpretação de dados do exemplo, foi necessário trabalhar com os alunos os tópicos de como definir a posição inicial S_0 e como determinar a inclinação de uma reta - valor da velocidade do móvel - através do gráfico $S \times t$.

Observo que os exemplos utilizados na aula se assemelham aos que foram abordados no pré-teste para responder as questões Q5 a Q8 e de Q10 a Q15, portanto, aqui se objetivou a oportunizar aos alunos a revisitar os conceitos procurando promover a negociação dos significados durante a aula e posteriormente através dos exercícios propostos no MI.

Buscando a interdisciplinaridade, destaca-se aqui que este estudo pode ser desenvolvido tanto pelo professor de física quanto de matemática ao se trabalhar com uma função Afim, especificando as funções, atribuindo significados para os coeficientes angulares e lineares de forma a associar os conteúdos curriculares das duas disciplinas.

Com o objetivo de promover a reconciliação integradora e ao mesmo tempo diferenciando progressivamente por outros meios, foi demonstrado aos alunos através do software GeoGebra um modelo de função horária em que era possível modificar os coeficientes V e S_0 na função, e ao mesmo tempo visualizar as modificações decorrentes no gráfico da função através da janela de visualização do software. Com este recurso foi possível demonstrar aos alunos as características próprias de cada um dos coeficientes da função, por meio de diversas situações representáveis de um gráfico $S \times t$ (Figura 4 e Figura 5).

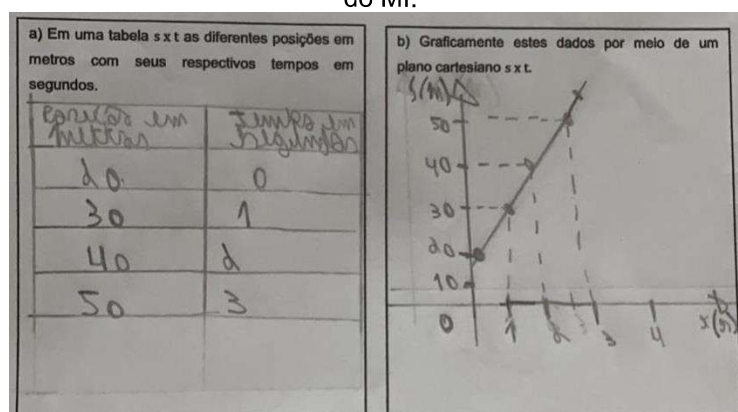
Os recursos didáticos oferecidos pelo software GeoGebra na representação de um gráfico contribuiu para um melhor aprendizado de forma lúdica e dinâmica, proporcionando ao professor trabalhar além das variações dos coeficientes angulares e lineares de uma função, as variações dos valores de t ao longo dos

eixos das abscissas de forma aleatória, demonstrando assim ao aluno, a relação de S dependente de t , caracterizando o movimento em progressivo ou retrógrado.

Finalizando a aula 6, foi proposto aos alunos que realizassem a questão 01 e 02 do exercícios propostos no MI, sendo que a questão 01 proposta é a mesma questão apresentada no pré-teste através da questão Q4, porém agora composta pelas perguntas dispostas no item A em que se pede a representação de uma tabela $S \times t$ com as diferentes posições e seus respectivos tempos; e no item B a representação gráfica por meio do plano cartesiano $S \times t$ dos dados. Posteriormente os alunos deveriam enviar uma foto da tarefa realizada no item A e B da questão 01, através do link específico disponível no Google Sala de Aula.

De posse dos resultados coletados na questão 01 proposto na aula 6, observou que do total de 69 alunos presentes na aula realizada via Meet, 41 deles conseguiram de forma satisfatória realizar a atividade apresentando um resultado correto para o item A e B proposto, semelhante ao que está representado na Figura 20. Dos 28 alunos restantes identificou-se um grupo de 11 alunos que não enviaram suas respostas como solicitado, ou seja, não conseguiram realizar a tarefa ou enviar o arquivo com as respostas; e outros 17 que apesar de terem enviado suas respostas, as mesmas não estavam em acordo com proposta colocada no item B da questão 01, demonstrando estes alunos certa dificuldade na representação do gráfico de linhas esboçado a partir do plano cartesiano $S \times t$.

Figura 20 – Resposta apresentada por um dos alunos na questão 01, item A e B proposta na aula 6 do MI.

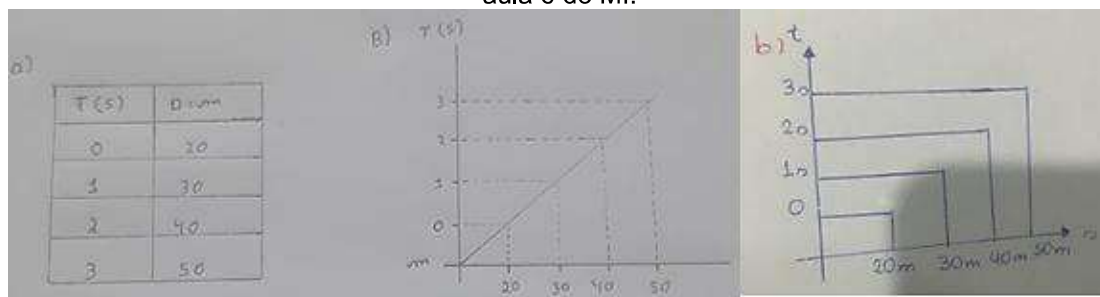


Fonte: Produzido pelo autor.

Na Figura 21 é possível identificar nas duas representações que os alunos não seguiram as orientações corretas das posições de S e t no plano cartesiano, mesmo

que tenha organizado os dados corretamente em uma tabela $S \times t$ como indicado a seguir.

Figura 21 – Respostas apresentadas pelos alunos de forma errada na questão 01 item B proposta na aula 6 do MI.



Fonte: Produzido pelo autor.

Observa-se ainda que nestas representações a origem da trajetória $(0, 0)$ deixou de ser uma referência do plano cartesiano de forma que o ponto inicial da trajetória $(0, 20)$ passa a ser inexistente conforme apresentado por estes alunos, assim como, a utilização de linhas contínuas utilizadas para demarcar a ligação dos pares ordenados e a ausência da trajetória do movimento de S em função de t demonstrada por um dos alunos.

A partir dos resultados encontrados na questão 01 item B, se compararmos o percentual de acertos de 59,42% obtidos após a exposição do conteúdo do MI com o percentual de apenas 6,12% correspondente ao grupo de alunos que tentaram sem sucesso apresentar um tipo de resposta na questão Q4 do pré-teste (Figura 10 e Figura 11) utilizando a relação de um gráfico $S \times t$ coerente com as informações do movimento de um automóvel em MU, pode-se então inferir por meio desta comparação que houve apropriação do conhecimento e aprendizagem significativa sobre os conceitos aplicados na aula.

Na aula 7, inicialmente considerando que ainda havia um grupo de alunos que não conseguiram de forma satisfatória fazer a representação gráfica a partir dos pares ordenados, foi realizada pelo professor a correção da questão 01 na aula, revisando os conceitos de forma recursiva e demonstrando os erros comuns (Figura 21) apresentados por alguns alunos na questão.

Após apresentarmos de forma correta os gráficos do item A e B na questão 01 identificou-se que os alunos não demonstraram dificuldades para responder os itens C, D, E e F, assim como a questão 02 sobre a identificação de qual móvel

apresentou maior velocidade quando comparada a inclinação da reta do móvel A e B do gráfico $S \times t$.

Feitas as intervenções iniciais na questão 01 e 02 proposto na aula 6 do MI, seguiu-se com o objetivo proposto da aula 7 em fazer um estudo da representação de um gráfico $V \times t$ no MU, diferenciando progressivamente o conteúdo especificando o tipo de movimento, seja ele, progressivo ou retrógrado associado ao resultado numérico da velocidade média apresentada no gráfico.

Em seguida, foi proposta aos alunos a realização das questões de 03 e 04 dos exercícios propostos no MI (Aula 6 e 7 do MI) a ser realizada via Meet, contando com a observação e participação dos alunos na aula na elaboração de uma resposta a cada pergunta realizada.

Cabe uma observação de que, na proposta inicial do MI quando pensada a realização destes exercícios propostos no modelo presencial e sem o distanciamento social ocorrido devido à pandemia da Covid-19, era que as atividades propostas fossem realizadas em duplas de alunos com o objetivo de oportunizar entre os pares uma troca de ideias referentes ao conteúdo, onde o professor seria o mediador no caso de irem surgindo dúvida e ao mesmo tempo ir promovendo a negociação de significados dos conceitos já apresentados pelo MI.

As questões 03 e 04 do exercício proposto na aula são de caráter discursivo e ambas foram desenvolvidas na aula sem muitas dificuldades e, portanto, os alunos apresentaram respostas que condiziam com as perguntas, demonstrando bons resultados na descrição, por exemplo, da função horária a partir da representação gráfica $S \times t$ na questão 04.

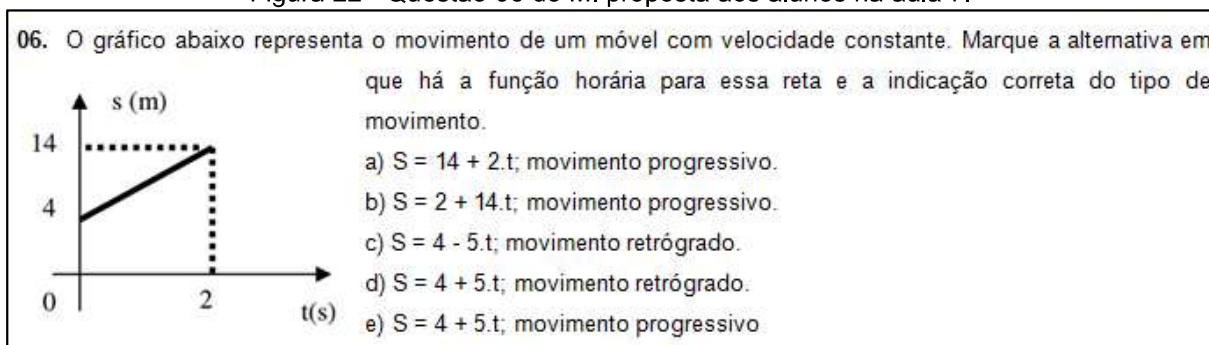
Dando sequência à aula via Meet, foi proposta juntamente com a lista de presença dos alunos a realização dos exercícios propostos indicados pelas questões de 05 a 08 do MI dispostas para a aula 7, na qual deveria ser respondido através do Google formulário.

Do total de 71 alunos presentes na aula identificou na questão 05 do MI (Aula 7), que 42 alunos assinalaram corretamente a função horária baseada nas informações de um movimento uniforme descrito por uma tabela $S \times t$. Se compararmos os resultados desta questão 05 com os dados obtidos na questão Q8 do pré-teste por ser questões semelhantes, teríamos um percentual de acerto equivalente a 59,15%

contra apenas 16,32% obtidos no pré-teste, mostrando após a apresentação do MI uma expressiva evolução na compreensão dos conceitos que descreve uma função horária.

Na questão 06 identificou-se que do total de alunos presentes, apenas 26 deles conseguiram definir corretamente a função horária $S = 4 + 5t$ para a representação gráfica apresentada (Figura 22). Dentre os 45 alunos que erraram a questão destaca-se um grupo de 31 alunos que optaram pela alternativa A, descrevendo a função horária como sendo $S = 14 + 2.t$, ou seja, desconsideraram a posição inicial do móvel em $S_0 = 4$ m e provavelmente não compreenderam bem os meios de definir o valor da velocidade média a partir de dados contidos em um gráfico $S \times t$.

Figura 22 - Questão 06 do MI proposta aos alunos na aula 7.



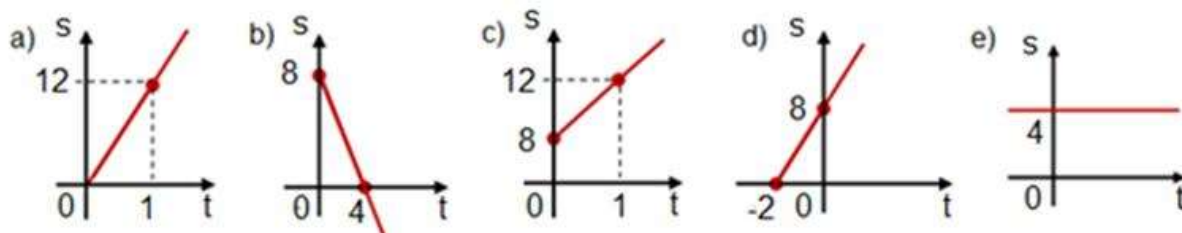
Fonte: Do próprio autor.

Analisando o resultado obtido na questão 06, podemos destacar o fato de que para solucionar a questão os alunos deveriam semelhantemente ao que foi feito na questão 04 da mesma aula, definir uma função horária da posição a partir de um gráfico $S \times t$, no entanto os resultados não se mostraram os mesmos, ficando abaixo da expectativa em relação ao que foi demonstrado na interação realizada com o mesmo grupo de alunos na questão 04.

Outra observação que pode ser acrescentada está na comparação entre o número de alunos que acertaram a questão 05 e questão 06, pois nas duas questões o objetivo era definir a função horária das posições, porém o que os diferencia é que na questão 05 os dados estão dispostos em uma tabela $S \times t$, enquanto que na questão 06 os dados estão apresentados por meio de um gráfico $S \times t$. Os resultados obtidos nos apontam para a necessidade de trabalharmos um pouco mais há fundo com os alunos a interpretação de gráficos.

A proposta apresentada na questão 07, consistia em identificar o gráfico correspondente (Figura 23) da função horária $S = 8 + 4.t$ e o resultado obtido indicou que apenas 27 alunos dos 71 presentes na aula conseguiram responder corretamente a questão.

Figura 23 - Alternativas de respostas apresentadas para os alunos na questão 07 dos exercícios propostos do MI aplicado na aula 7.



Fonte: Produzido pelo autor.

Dos 44 alunos que erraram a questão 07 destacam os que optaram pela alternativa B chegando a 27 alunos, o que possivelmente pode ser explicado pelo fato da representação gráfica informar corretamente a posição inicial de 8 m e os alunos terem associado de forma equivocada o valor da velocidade de 4 m/s como sendo o valor de t no eixo das abscissas do plano cartesiano, e, portanto o utilizaram como ponto de referência de tempo, se esquecendo de que o valor de $t = 4s$ é o instante em que o móvel passa pela origem da trajetória e não representa a velocidade do móvel.

O correto nesta questão seria considerar a posição inicial $S_0 = 8\text{ m}$ como origem da trajetória; e observar que a velocidade média de 4 m/s está representada positivamente, portanto o movimento é progressivo, ou seja, uma reta crescente. Outra opção é adotarmos, por exemplo, $t = 1s$ na função horária e em seguida calcularmos os valor de S, que seria corresponde a 12 m e, portanto, o gráfico passaria pelo par ordenado (1, 12) o que corresponde corretamente o gráfico apresentado pela alternativa C.

Por fim, na questão 08 foi apresentado aos alunos um gráfico $V \times t$ e na sequência indicado para que os alunos respondessem 4 perguntas discursivas a partir das informações contidas neste gráfico, sendo que dentre as perguntas, o item B, pode de certa forma ser comparada a questão Q10 do pré-teste, onde ambas analisam o intervalo de tempo em que o móvel permaneceu parado, ou seja, velocidade nula durante o trajeto.

Considerando as respostas dadas pelos alunos em cada item da questão 08, podemos inferir que 43 alunos do total 71 responderam corretamente o item A identificando no gráfico $V \times t$ o intervalo de tempo em que o trem apresentou o movimento retrógrado, ou seja, velocidade negativa.

No item B, 38 alunos conseguiram descrever o intervalo de tempo em que o trem permaneceu parado, ou seja, velocidade nula. Este número de acertos, quando comparado de forma percentual representado por 53,52% dos alunos participantes da aula 7 com os 32,65% obtido na questão Q10 do pré-teste, nos fornece indícios de que houve uma pequena evolução na aprendizagem dos alunos após a aplicação do MI.

No item C, quando perguntado o tempo em que o trem permaneceu com velocidade constante de 5 km/h, 34 alunos indicaram a resposta correta e no item D apenas 25 alunos conseguiram fazer a leitura da velocidade do trem no instante de 2 horas, demonstrando certa dificuldades de grande parte dos alunos na localização e leitura de um par ordenado representado por (t, V) , procedimento abordado na disciplina de matemática ao estudar com plano cartesiano.

Concluindo a aula, após a análise e tabulação dos dados se identificou a necessidade de retomar estes conceitos abordados na questão 06, 07 e 08 nas próximas aulas, principalmente quando se refere à descrição de uma função por meio de gráficos, abordados na disciplina de física e de matemática.

5.2.5 Aula 8 - Atividade Experimental

Inicialmente, na aula 8 foi realizado a correção e revisão das questões 06, 07 e 08 propostas na aula anterior do MI, reforçando os conceitos estudados como a representação gráfica através de uma função horária e vice versa, assim como a possibilidade de inferir diferentes informações de movimento de um móvel através da análise e interpretação de um gráfico $S \times t$ e $V \times t$ do MU.

Destaca-se ainda que na aula de matemática realizada concomitantemente ao MI por meio de APNP na plataforma do Google Sala de Aula, foi trabalhado o conceito e representação de pares ordenados em um plano cartesiano assim como o conceito, definição e representação de uma função Afim.

Após as intervenções realizadas inicialmente, ainda via Meet objetivou-se demonstrar para os alunos a realização de um experimento simples para identificar o fenômeno de MRU na prática através do material disponível no anexo III do MI. Além do experimento o material é composto por algumas tarefas e perguntas ao quais os alunos foram orientados a responder.

Pôr-se tratar de uma aula online, o experimento foi realizado e gravado em vídeo anteriormente pelo professor sendo o mesmo disponibilizado aos alunos na aula para que assistissem. A atividade foi realizada em três etapas, conforme descrito em anexo III do MI, seguindo o cronograma a seguir:

Etapa 1 - Consistiu em apenas passar o vídeo para os alunos da realização do experimento, no quais todos deveriam observar o movimento realizado pela arruela sobre a haste (barra rosqueada) e em seguida responder a partir de suas impressões a pergunta 01 e 02 proposta no MI.

Em suas respostas, todos concordaram a partir da ideia apresentada por um dos colegas que a arruela mantém sempre a mesma rapidez, ou seja, ela se movia com velocidade constante. Para medir esta velocidade mencionaram a equação da velocidade média, representado por $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$.

Etapa 2: Foi apresentado para os alunos um quadro de anotações e cálculos (Figura 24) já previamente preenchido com as diferentes posições medidas em centímetros e o tempos medido em segundos, além do tempo médio e a velocidade média realizada pela arruela na haste rosqueada.

Figura 24 - Quadro de anotações e cálculos da etapa 3, disponibilizada na aula de experimentação.

Quadro de anotações e cálculos:

Distância de 0 a 20 cm		Distância de 0 a 40 cm		Distância de 0 a 60 cm		Distância de 0 a 80 cm	
Medida	Tempo (s)	Medida	Tempo (s)	Medida	Tempo (s)	Medida	Tempo (s)
1	13,32s	1	26,90s	1	40,07s	1	53,49s
2	13,80s	2	27,30s	2	40,90s	2	54,30s
3	13,50s	3	26,98s	3	40,44s	3	54,08s
Tempo Médio	13,54s	Tempo Médio	27,06s	Tempo Médio	40,47s	Tempo Médio	53,96s
Resultados médios							
Distância (Δs)		Tempo Médio		Valor aproximado da Velocidade média			
20 cm		13,54s		V = 1,48 cm/s			
40 cm		27,06s		V = 1,48 cm/s			
60 cm		40,47s		V = 1,48 cm/s			
80 cm		53,96s		V = 1,48 cm/s			
Média Final				V = 1,48 cm/s			

Fonte: Produzido pelo autor.

As medidas de tempo indicadas foram confirmadas através da marcação realizada no vídeo em cada um dos segundos mencionados, oportunizando neste momento a realização de uma análise dos resultados pelos alunos através da mediação do professor de forma a buscar promover a negociação dos significados dos conceitos em estudo dispostas no quadro de anotações e cálculos (Figura 24). Em seguida foi pedido aos alunos que respondessem as perguntas 03 e 04 presente no MI anexo III.

Quanto aos resultados obtidos nas perguntas 03 e 04, os alunos mencionaram que o fato do tempo médio observado no percurso entre as posições de 0 a 20, de 20 a 40, de 40 a 60 e de 60 a 80 cm, ser sempre um valor aproximado e equivalente a 13,5 segundos pode ser explicado devido à arruela apresentar um movimento constante. Quanto à definição dada para a diferença entre tempo médio e velocidade média, o aluno B respondeu: “*Tempo médio: tirar a média aritmética e velocidade média: $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ (você não soma)*”.

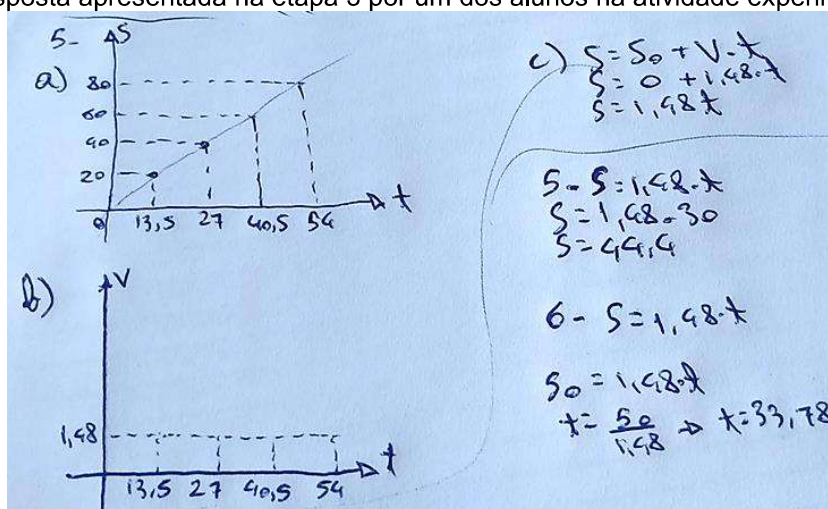
Etapa 3: A partir dos dados apresentados no quadro de anotações (Figura 24), foi proposto aos alunos que representassem no plano cartesiano um gráfico $S \times t$ e outro $V \times t$, utilizando as escalas de acordo com as medidas indicadas através dos tempos médios encontrados e suas respectivas posições.

Em seguida os alunos foram orientados a partir das informações do quadro ou representação gráfica supostamente realizada por eles na etapa 3, a descrever uma função horária da posição em função do tempo representado pela arruela na haste rosqueada estando-a em MU e em seguida, responder as perguntas 05 e 06 presente no MI anexo III.

Destaca-se novamente que, por se tratar de uma aula online via Meet, os resultados obtidos na etapa 3, foram coletados por meio de foto tirada pelo aluno e enviada através de um link na plataforma do Google Sala de Aula para serem analisados posteriormente pelo professor.

Identificou-se através das respostas fornecidas pelos alunos que a maioria deles conseguiram de forma satisfatória realizar as atividades propostas, apresentando bons resultados na representação e descrição do que foi proposto na aula, conforme pode ser visto na Figura 25.

Figura 25 - Resposta apresentada na etapa 3 por um dos alunos na atividade experimental, anexo III.



Fonte: Produzido pelo autor.

Analisando a descrição apresentada pelo aluno (Figura 25), podemos observar que através da definição da função horária $S = 1,48 t$, foi possível na pergunta 05 definir matematicamente a posição da arruela na haste no instante de 30 segundos em aproximadamente 44,4 cm; e semelhantemente na pergunta 06 foi definido o valor de 33,8 segundos aproximadamente, correspondente ao tempo gasto pela arruela para percorrer 50 cm na haste.

Observo que, pela proposta inicial se esta atividade estivesse sido aplicada em sala de aula presencialmente, no final desta aula após os alunos terem realizado a tarefa proposta no MI, o professor teria apresentado um demonstrativo do movimento da arruela na haste, marcando as posições de 44,4 cm e 50 cm objetivando a identificação experimentalmente dos instantes de tempo em cada uma destas posições e em seguida compará-los aos resultados encontrados no cálculo realizado na questão 05 e 06.

No entanto, na aula seguinte foi utilizado o mesmo vídeo demonstrando a realização do experimento, de forma a pausá-lo nos instantes de 30s e 33,8s e assim, comprovamos mediante análise dos dados, as posições aproximadamente da arruela na haste.

Concluiu-se que as posições eram praticamente as mesmas já evidenciadas pelo cálculo realizado através da função horária $S = 1,48 t$, cumprindo com o objetivo proposto que é de destacar para os alunos recursivamente uma das aplicabilidades da função e a sua importância para descrição de resultados.

5.2.6 Aula 9 e 10 - Análise de gráficos cumpridos em várias etapas e encontro de dois móveis

Na aula 9 após uma breve intervenção sobre os dados apresentados pelos alunos na questão 05 e 06 da aula anterior e a demonstração por meio de vídeo das posições alcançadas pela arruela na haste para os instantes de 30s e 33,8s, objetivou-se a apresentar aos alunos o gráfico $S \times t$ (Figura 2.7.1 do MI), que descreve a trajetória de um móvel cumprido em várias etapas de forma a analisá-lo identificando dados como: posição inicial do móvel, o tipo de movimento realizado em cada uma das etapas - intervalo de tempo e as diferentes velocidades médias.

O conteúdo abordado nesta aula de certa forma faz uma revisão do conteúdo abordado nas questões de Q11 a Q15 do pré-teste.

Dentre os resultados esperados e possivelmente alcançado na apresentação deste exemplo está a percepção adquirida pelos alunos, de como a representação de um gráfico pode de forma resumida fornecer variadas informações de certo tipo de movimento, seja pela sua representação visual ou descrição dos dados na apresentação dos resultados de um dado movimento.

Em seguida, foi demonstrado aos alunos a representação de um gráfico $V \times t$, com o objetivo de trabalhar por meio de exemplos, como se determina o deslocamento de um móvel neste tipo de gráfico. Na sequência, buscando promover a negociação de significados dos conceitos em estudo, foram propostos aos alunos à realização das questões 01, 02, 03 e 05 dos exercícios propostos disponível para a aula 9, presentes no MI.

Durante a realização dos exercícios, como a aula foi aplicada via Meet, o professor ficou online a disposição dos alunos para tirar dúvida caso houvesse e no final da aula as questões foram corrigidas.

A partir dos dados obtidos no enunciado da questão 01, os alunos identificaram sem dificuldade o valor de 10 m/s como sendo a velocidade média do deslocamento do móvel, representando em seguida o gráfico $V \times t$ no item A, sem grandes dificuldades.

No item B, quando perguntado a distância percorrida pelo móvel nos primeiros 4 segundos, identificou-se um grupo de alunos que acabaram utilizando o valor de

$t = 4$ segundos na função horária $S = 50 + 10.t$, disponível no enunciado da questão definindo erradamente o valor de 90 m como sendo o deslocamento realizado pelo móvel e não a posição no instante de 4 segundos.

Houve ainda outros dois grupos correspondentes à maioria dos alunos que acertaram a questão, porém em um deles a solução foi dada através da utilização da função horária estabelecendo para $t = 4\text{s}$ a posição (S) do móvel em 90 m e em seguida por meio da expressão $\Delta S = S_f - S_0$, o deslocamento realizado no valor de 40 m; e no outro grupo o que corresponde à maioria dos alunos se utilizando do conceito de deslocamento de um gráfico $V \times t$ abordado na aula acabaram por concretizar diretamente o cálculo por meio da descrição $\Delta S = V.\Delta t$, fazendo $\Delta S = 10.4 = 40$ metros. No final da aula estes dois métodos foram comparados e analisados.

Na questão 02 e 03 foi apresentado aos alunos um gráfico $S \times t$ representando o movimento de um móvel composto por várias etapas e a partir das informações prestadas por este gráfico os alunos deveriam julgar se as afirmações eram verdadeiras ou falsas. A partir da participação e envolvimento dos alunos na aula via Meet contactou-se no momento da correção das questões 03 e 04 que a maioria dos alunos conseguiu de certa forma responder corretamente as duas questões.

No entanto, identificou-se na questão 03 que alguns alunos haviam optado pela alternativa B como resposta, considerando como verdadeira a afirmação IV, na qual dizia que o carro se deslocava sempre afastando da origem, o que é falso, pois se analisarmos, por exemplo, o deslocamento do carro entre 0 (zero) e 1h é possível observar que o móvel saiu da posição 50 m para a posição 0 m, portanto chegando à origem da trajetória. Diante dos relatos dos alunos a questão foi comentada e explicada na aula.

Na questão 05 inicialmente os alunos não demonstraram ter muitas dúvidas, de forma a responder a questão, porém no momento de fazer as correções com os alunos se verificou que a maioria deles havia dado respostas erradas.

Analisando as respostas dadas pelos alunos na questão 05, foi possível identificar que a maioria compreendeu de deveriam utilizar a expressão $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, e que Δt seria igual a 10s, porém ficaram na dúvida de qual era o valor de ΔS e acabaram de forma

errada utilizando a soma de $15 + 0 + (-20) + 30 = 25$. Alguns alunos ainda consideraram que $\Delta S = S_f - S_0$, logo teriam: $\Delta S = 30 - 15 = 15$.

Portanto, diante dos resultados encontrados, foi exemplificada para os alunos a necessidade de definir o valor de ΔS em cada uma das etapas do percurso por meio da expressão $\Delta S = V \cdot \Delta t$, por se tratar de um gráfico $V \times t$, de forma a demonstrar que:

Percurso 1: $\Delta S = V \cdot \Delta t \rightarrow \Delta S = 15 \cdot 2 = 30 \text{ m}$.

Percurso 2: $\Delta S = V \cdot \Delta t \rightarrow \Delta S = 0 \cdot 3 = 0 \text{ m}$

Percurso 3: $\Delta S = V \cdot \Delta t \rightarrow \Delta S = -20 \cdot 3 = -60 \text{ m}$

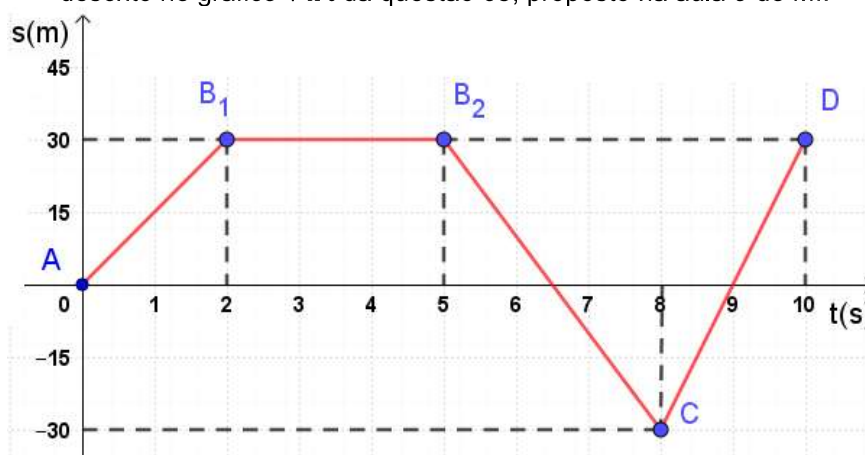
Percurso 4: $\Delta S = V \cdot \Delta t \rightarrow \Delta S = 30 \cdot 2 = 60 \text{ m}$

Logo, teríamos: $\Delta S = 30 + 0 + (-60) + 60 = 30 \text{ m}$ e, portanto, $V = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{30}{10} = 3 \text{ m/s}$.

Verificou-se que mesmo, apresentando esta solução alguns alunos ainda não conseguiram associar em ΔS a diferença entre posição final menos a posição inicial, sendo analisados em uma situação composta por um movimento com mais de uma etapa de um gráfico $V \times t$ e que, portanto, deveria ser analisado o espaço percorrido a cada etapa para então definir o valor numérico da velocidade média escalar.

Entretanto, na aula 10 do MI para sanar algumas dúvidas apresentadas pelos alunos na questão 05, foi lhes demonstrado através da Figura 26 um exemplo de uma possível representação gráfica do movimento realizado pelo móvel adotando as coordenadas $(0, 0)$ como origem dos movimentos.

Figura 26 - Gráfico $S \times t$ apresentado aos alunos, como exemplo de trajetória realizada pelo móvel descrito no gráfico $V \times t$ da questão 05, proposto na aula 9 do MI.



Fonte: Produzido pelo autor.

Através do gráfico $S \times t$ (Figura 26), foi possível construir a trajetória do móvel em etapas correspondentes a cada uma das velocidades apresentadas na questão 05 da aula 9 presente no MI, exemplificando por meio de uma representação visual seu movimento realizado. Observou através do exemplo apresentado, que os alunos conseguiram facilmente identificar a posição inicial e a posição final após o cumprimento de todas as etapas mencionadas, podendo compará-las.

Através da representação gráfica $S \times t$ utilizada na aula, foi possível exemplificar aos alunos as diferentes trajetórias realizadas pelo móvel entre os instantes de 0s e 10s, sendo demonstrado que: de 0s a 2s e 8s a 10s o móvel apresentou um movimento progressivo (velocidade positiva a favor da trajetória), de 2s a 5s o móvel permaneceu parado na posição 30 m (velocidade nula) e de 5s a 8s o móvel apresentou um movimento retrógrado (velocidade negativa contrária a da trajetória).

Por consequência, para definir a velocidade escalar média, bastaria utilizar a expressão $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, onde $V = \frac{S_f - S_0}{t_f - t_0} = \frac{30 - 0}{10 - 0} = \frac{30}{10} = 3 \text{ m/s}$. Foi necessário lembrá-los de que $\Delta s = S_f - S_0$, mede o deslocamento e não a distância percorrida.

Dando sequência a exposição de novos conteúdos objetivou-se então na aula 10 a apresentar aos alunos os meios de definir o encontro de dois móveis, partindo de exemplos.

Portanto, utilizou-se a descrição das funções horárias (função Afim) de $S \times t$ no MU e as representações gráficas como recurso visual das trajetórias para definir o ponto de encontro. Nas questões propostas, utilizaram-se ainda as unidades de medidas em acordo com o Sistema Internacional - SI, e conseqüentemente, houve a necessidade de revisar as conversões de medidas de km/h para m/s e vice-versa.

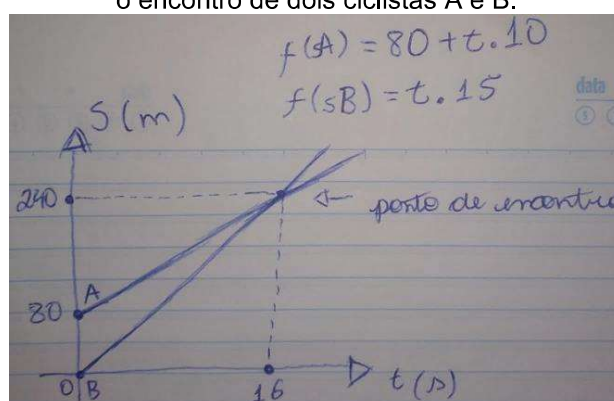
Na sequência da aula, foi indicado aos alunos a realização das questões 04, 06 e 09 dos exercícios propostos presentes no MI a ser respondida pelos alunos cada um em seu caderno/folha individual com a mediação do professor durante a aula realizada via Meet. Posteriormente foi pedido aos alunos o envio por meios de fotos por se tratar de questões discursivas, das respostas das questões através do link disponibilizado no Google Sala de Aula. As questões 07, 08 e 10 por se tratar de questões objetivas foram aplicadas via formulário do Google de forma individual e posteriormente a aula.

Para responder a questão 04 os alunos precisariam descrever as funções horárias do móvel A e B e conseqüentemente, a partir das informações apresentadas no enunciado da questão seria necessário utilizar-se da conversão das unidades de medidas de km/h para m/s referente ao valor da velocidade média para então responder as perguntas do item A, B e C.

A partir dos dados coletados por meio de fotos enviados pelos alunos, observou-se que grande parte deles conseguiu responder corretamente as três primeiras perguntas sem muitas dificuldades. No item d, os alunos deveriam construir no mesmo plano cartesiano o gráfico da função S_A e S_B definindo o ponto onde o ciclista B alcança o ciclista A já que os dois seguiam no mesmo sentido da trajetória.

Constatou-se que a maioria dos alunos conseguiu de forma correta apresentar um gráfico de acordo com a Figura 27, demonstrando haver indícios de aprendizagem no processo de construção de um gráfico e na descrição de uma função horária das posições em função do tempo no MU.

Figura 27 - Resposta apresentada na questão 04 item d, por um dos alunos na aula 10 representando o encontro de dois ciclistas A e B.



Fonte: Produzido pelo autor.

Na questão 06, a partir dos dados representados em um gráfico $S \times t$ contendo a trajetória de dois móveis A e B, que seguiam em sentidos opostos, os alunos foram levados a determinar o instante e a posição do encontro entre os dois. Para solucionar a questão os alunos tiveram que determinar o valor da velocidade média do móvel A e do Móvel B, em seguida, igualar as funções horárias de A e B, representadas respectivamente por $S_A = -60 + 30.t$ e $S_B = 80 - 20.t$, definindo o instante de encontro em 2,8 segundos. A partir desta informação utilizando uma das funções horárias calculou-se a posição do encontro, determinando o valor correspondente de $S = 24$ m.

Durante a realização desta atividade, os alunos se demonstraram bem participativos e elaboraram perguntas que ajudaram os outros colegas na aula, apresentando excelentes resultados na descrição da função horária e conseqüentemente nos cálculos que definiu o instante e a posição do encontro entre dois móveis.

A questão 09 se objetivou é determinar o intervalo de tempo em que um automóvel, de 5,0 m de comprimento, gastaria para ultrapassar um caminhão de 15,0 m de comprimento, estando o automóvel e o caminhão a uma velocidade escalar constante de 72 km/h e 36 km/h respectivamente. Inicialmente considerando que a distância percorrida pelos automóveis foi medida em metros, e as medidas de velocidade foram apresentadas em km/h, foi necessário que os alunos convertessem-na para m/s, e assim, descrever as funções horárias das posições em função do tempo estando os dois móveis em MU.

Os alunos apresentaram certa dificuldade em descrever as funções devido a não saber qual seria o referencial, por isso, lhes foi indicado à possibilidade de adotarmos a posição dos móveis na via (estrada). Para exemplificar, foi demonstrado que se considerarmos a posição do caminhão em relação à estrada como referência, poderia adotar a partir da sua dianteira (frente do veículo) a posição inicial $S = 0$ m, logo foi verificado pelos alunos a possibilidade de descrever a função horária pela expressão $S = 0 + 10.t$ ou simplesmente $S = 10.t$.

Mas é a do automóvel? Como o automóvel estava ultrapassando o caminhão, os alunos indicaram que então ele deveria percorrer uma distancia de 15 m do caminhão mais 5 m de seu próprio tamanho para que coincidissem a posição da frente do caminhão com a parte de trás (traseira) do automóvel marcando assim o momento da ultrapassagem. Posto isto, descreveram as funções $S_c = 0 + 10.t$ e $S_v = - 20 + 20.t$ respectivamente do caminhão e do automóvel e em seguida, igualando das expressões S_v e S_c concluíram que o automóvel levaria 2 segundos para ultrapassar o caminhão.

Ainda questionou um dos alunos: *“e se estivéssemos adotado a posição do carro em relação à estrada como ponto de referencia?”* Através da mediação foi possível demonstrar que, neste caso a função horária do carro seria $S_v = 0 + 20.t$. Considerando o comprimento do caminhão de 15 m mais o comprimento do carro de 5 m, teríamos no total de 20 metros a frente do automóvel, ou seja, no mesmo intervalo de tempo o automóvel deveria percorrer 20 metros a mais do que o

caminhão para assim dizermos que ocorreu a ultrapassagem, podendo então estabelecer a função horária do caminhão por $S_c = 20 + 10.t$. Portanto, se igualarmos S_v e S_c encontraremos os mesmos 2 segundos já mencionados.

Por fim, foi destacado para os alunos que se utilizarmos o valor de $t = 2$ segundos na expressão $\Delta S = V.\Delta t$, teríamos para o caminhão $\Delta S = 10.2 = 20$ m, e para o automóvel $\Delta S = 20.2 = 40$ m, demonstrando que durante o instante da ultrapassagem o caminhão percorreu (deslocamento) uma distância de 20 metros e o automóvel por apresentar uma velocidade maior percorreu 40 metros, correspondente a soma dos 20 metros do comprimento do caminhão adicionados a mais 20 metros do espaço percorrido pelo caminhão no intervalo de tempo de 2 segundos.

As questões 07, 08 e 10 por serem questões objetivas foram aplicadas posteriormente via formulário do Google possibilitando ao professor a fazer uma coleta e análise dos dados de forma mais precisa em relação ao número de acertos e erros em cada questão.

De posse dos resultados, verificou-se que nas questões 07 e 08 no qual os alunos deveriam analisar as informações em um gráfico $S \times t$ e classificar as afirmações em verdadeiras ou falsas, o resultado foi satisfatório sendo que do total de 62 alunos que responderam as questões, 46 deles acertaram a resposta, o que representa 74,19 % do total de alunos.

Na questão 10, no qual o objetivo era identificar qual dos gráficos $V \times t$ melhor representava o movimento dado pelo gráfico $S \times t$ composta de variadas posições de um móvel em função do tempo, identificou-se que apenas 27 do total de 62 alunos acertaram a questão, marcando a alternativa B.

Destaca-se ainda que dos 35 alunos que erraram a questão, 17 indicaram como resposta correta à alternativa D, o que pode ser explicado pelo fato de terem analisados apenas qual das alternativas disponíveis obtinha uma representação gráfica semelhante ao gráfico $S \times t$ da pergunta, deixando de lado as diferenças de grandezas S e V utilizadas no eixo das ordenadas do plano cartesiano. Outros 18 alunos responderam entre as alternativas C e E sendo que, nenhum dos alunos optou pelo item A.

Observou-se através da mediação realizada durante a execução das atividades e resultados apresentados nas questões via Google formulário que ainda havia um grupo de alunos que apresentavam certa dificuldade na interpretação do enunciado das questões, sendo identificado, por exemplo, pelos 35 alunos que optaram pela alternativa D na questão 10 em que simplesmente buscaram responder o gráfico/desenho que seria semelhante ao que foi apresentado e não o conceito de velocidade escalar inferido na questão. Há ainda um grupo de alunos que afirmaram durante a mediação que *“fico na dúvida do que é que eu tenho que fazer nos exercícios, quando você (no caso o professor) nos explica e mostra como fazer, percebe que é fácil”*.

Considerando o que foi dito por estes alunos, nota-se que a dificuldade encontrada está na leitura e interpretação de texto o que acaba por interferir na aprendizagem, portanto cabe ao professor identificar e trabalhar com os alunos estas questões progressivamente até que se alcance por diferentes meios ou estratégias a aprendizagem.

5.2.7 Aula 11 - Utilização de gráfico de linhas para representar a evolução temporal da posição em função do tempo

Inicialmente foi dado o feedback aos alunos via Meet das questões 07, 08 e 10 proposta na aula anterior através do formulário do Google, de forma a revisar o conteúdo já trabalhados.

Na sequência, após apresentar os objetivos da aula, foi demonstrado aos alunos o Mapa da Figura 2.8.1 e 2.8.2 do MI, no qual apresentam a trajetória da Avenida Brasília com as marcações de estabelecimentos comerciais, escolas, oficinas e outros pontos de referencia a cada 250 metros a partir da origem, ou seja, marco zero da Avenida que se localiza na entrada do Bairro de Mata da Serra e se estende por 3 000 m até a rotatória em frente à Policlínica de Serra Dourada II.

É importante destacar que o Mapa utilizado foi feito através do Google Maps e representa uma importante Avenida do bairro onde se localiza a escola Hilda Miranda Nascimento no qual foi aplicado o produto educacional desta dissertação, portanto todos os alunos conhecem e transitam por esta Avenida. Além disso, foi

utilizada a escola Hilda Miranda Nascimento como um dos pontos de referência na realização das atividades propostas no anexo IV do MI, representadas por três situações problemas contextualizadas pela trajetória descrita no Mapa da Figura 2.8.2 do MI.

Em relação às atividades propostas e desenvolvidas nesta aula, buscou-se dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva de forma a promover a reconciliação integrativa ao diversificar por meios de gráficos, tabelas, linguagem falada ou descrição textual as diferentes posições de um móvel em função do tempo.

Na situação I, após a análise das informações disponibilizadas pelo Mapa da Avenida Brasília, foi apresentada aos alunos no item A por meio de um gráfico de linhas $S \times t$, a trajetória de uma pessoa que saiu caminhando com velocidade constante do posto de gasolina SB localizado na posição 1,5 km da trajetória até o Apoio Auto Center – Oficina de carro, localizado na posição 2 km. Em seguida esta pessoa retornou com velocidade constante pela mesma avenida até a farmácia Mônica, localizada na posição 0,5 km da trajetória.

No item A da situação proposta I, os alunos foram instigados a fazer uma análise dos dados contendo os pares ordenados da posição *versus* tempo e em seguida, orientados na questão a transcrever para uma tabela, as informações de diferentes posições em que a pessoa se encontrava com seu respectivo instante de tempo ao longo da trajetória descrita. Além disso, foi necessário realizar as conversões da unidade de quilômetros para metros em cada uma das posições mencionadas.

A partir dos pontos de referência adotados na atividade, identificou-se que os alunos de certa forma conseguiram associar o trajeto realizado pela pessoa mentalmente por ser tratar de locais conhecidos de praticamente todos, fato este que favoreceu para que ocorresse uma boa discussão na aula, que foi mediada pelo professor. Observou-se, portanto, que os alunos, obtiveram bons resultados tanto na descrição dos dados, quanto na percepção por parte dos mesmos de que a representação gráfica não é uma foto da realidade e sim, uma descrição temporal de diferentes posições ao longo de um determinado trajeto referenciado por pontos – pares ordenados.

Durante a mediação realizada na aula, os alunos foram alertados de que nesta trajetória as posições destacadas poderiam ser medidas em quilômetros ou em

metros e que a adoção de uma ou outra está diretamente relacionada ao que se pretende estudar, por exemplo, na situação apresentada da pessoa caminhando a unidade de medida em metros é mais precisa por se tratar de pequenas distâncias e velocidade relativamente pequena. Já no caso do movimento de um carro principalmente em longas distâncias o que seria mais usual e a utilização da unidade de quilômetros.

Após a realização das intervenções necessárias, foram apresentadas aos alunos três perguntas para serem respondidas a partir das informações analisadas no Item A e com o auxílio do Mapa disponibilizado da Figura 2.8.2 no MI. As questões abordadas procuraram retomar alguns aspectos mais gerais do conteúdo como: a identificação do momento em que a pessoa apresentou um movimento progressivo ou retrógrado e as suas respectivas velocidades médias, a definição do tempo em que a pessoa ficou parada e onde ela estava segundo as informações do Mapa, além da localização da posição da pessoa em certo instante de tempo definido ao longo da trajetória.

Os resultados obtidos na realização desta atividade podem ser considerados como satisfatório uma vez que houve uma grande interação dos alunos, além da atividade em si permitir que novas situações problemas fossem propostas em níveis mais altos de complexidade, como foi o caso da situação proposta II e III apresentada a seguir na mesma aula aos alunos. Estas atividades propostas buscaram diversificar os instrumentos de ensino por meio da descrição de um determinado movimento realizado por um móvel em diferentes formas.

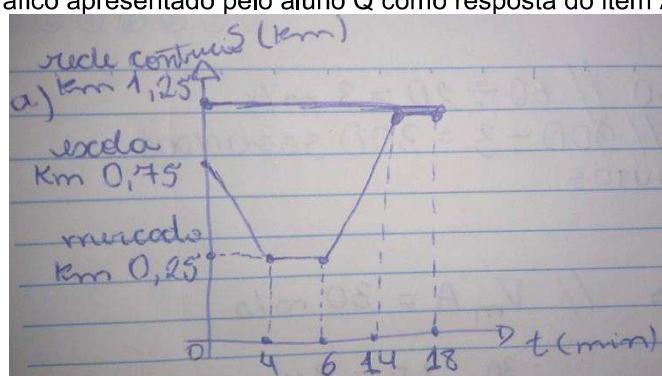
No item A da situação proposta II, (Anexo IV do MI), a partir da descrição textual narrando o movimento da pessoa em um determinado trajeto, os alunos tinham como tarefa representar em um plano cartesiano um gráfico temporal, descrevendo as diferentes posições em todos os instantes de tempos do percurso realizado, seguindo as orientações do que foi enunciado pela situação II a seguir.

Situação II – Em um dia de semana qualquer, Thiago estava na escola Hilda Miranda Nascimento, quando seu professor lhe deu uma tarefa de medir pelo aplicativo de celular a distância percorrida e o tempo gasto por ele no trajeto entre a escola e sua casa neste dia em específico. “Thiago saiu da escola Hilda Miranda Nascimento e caminhou com velocidade constante até o supermercado Compre Bem em 4 minutos, onde ficou esperando na fila do caixa por mais 2 minutos até

pagar o que comprou; em seguida caminhou por mais 8 minutos com velocidade constante até a sua casa que fica no km 1,25, localizada em cima do material de construção – Rede Construir. Ao chegar à sua casa, Thiago só foi lembrar-se de parar o cronômetro que marcava o tempo ao longo de todo o percurso 4 minutos depois e assim cumprir a tarefa do professor”.

É possível visualizar na Figura 28, uma dentre outras respostas apresentadas de forma correta pelos alunos no item A, a partir da narrativa textual da trajetória de Thiago descrita na situação II.

Figura 28 – Gráfico apresentado pelo aluno Q como resposta do item A na situação II.



Fonte: Do próprio autor.

Faz-se necessário destacar que a aula foi mediada pelo professor e realizada via Meet, portanto os alunos tiveram aproximadamente 10 minutos para produzir o que foi proposto no item A de forma individual, cada qual em seu caderno. Posteriormente os alunos foram orientados a enviar uma foto para o professor de tudo àquilo que estava sendo produzido ou respondido por eles na aula, através do link no Google Sala de Aula.

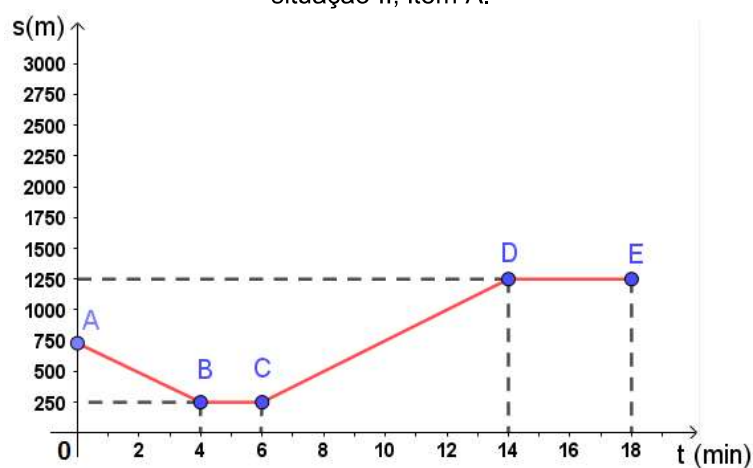
Quanto aos resultados, observou-se que alguns alunos ao fazer a descrição gráfica não apresentaram com muitos detalhes a trajetória como um todo. Como pode ser visto pela Figura 28 os valores de S (Posição) utilizados são apenas os mencionados na narrativa, apesar de conhecerem a trajetória descrita pela Figura 2.8.2; e enquanto aos valores de t (tempo) observa-se que os valores estão fora das escalas na representação gráfica.

Contudo, pode ser inferir que a maioria dos alunos de forma geral a partir de algumas intervenções realizadas pelo docente conseguiu representar em um gráfico $S \times t$ o que foi proposto, e os mesmos foram considerados como correta, pois mesmo apresentando algumas falhas representacionais no gráfico se identificou pelas falas

dos alunos que houve sim uma aprendizagem do conteúdo, atendendo as expectativas proposta na aula que é descrever através de gráficos diferentes posições em função do tempo.

Entretanto, para auxiliar os alunos e dar seguimento a aula foi lhes apresentado posteriormente um modelo de resposta (Figura 29) no qual continha a descrição gráfica do item A, elaborada pelo professor.

Figura 29 - Modelo de resposta apresentada pelo professor como comparação a descrição da situação II, item A.



Fonte: Produzido pelo autor.

Através desta representação gráfica (Figura 29), foi oportunizada aos alunos a realização de uma breve comparação das informações contidas na descrição gráfica produzidas individualmente por cada um dos alunos como a do modelo apresentada pelo docente, sendo demonstrado inicialmente que: No eixo das ordenadas se localiza as diferentes posições (S) que poderia ser representadas em metros ou quilômetros, segundo as informações da trajetória descrita no mapa da Figura 2.8.2 do MI, inclusive com a mesma escala utilizada pelo Mapa. No eixo das abscissas utilizou-se a linha temporal em minutos conforme proposto no problema (Situação II) seguindo uma escala de 2 unidades de minutos entre os valores de t.

Em seguida, utilizando o plano cartesiano e a descrição textual marcaram-se os pontos A, B, C, D e E que representam o início e o fim de cada uma das etapas do movimento realizado por Thiago relacionando às suas posições em função do tempo entre os intervalos.

Utilizou-se ainda a Figura 29 para auxiliar os alunos, principalmente os que apresentaram certa dificuldade na representação gráfica proposta no item A, na discussão e elaboração de uma resposta correta para as questões propostas

presentes no MI, a partir da descrição gráfica elaborada no item A ou pela história narrativa exibida na situação II.

As perguntas abordadas foram: B) Se Thiago, saiu da escola às 12h00min horas em ponto, qual foi o horário que ele chegou a sua casa? C) Qual horário Thiago passou em frente à Padaria Dikasa? D) Onde Thiago estava no Instante $t = 8$ minutos? É no $t = 10$ min? E) Qual foi o deslocamento efetuado por Thiago entre a escola e sua casa? G) Considerando a distância percorrida e registrada no aplicativo do celular de Thiago, quantos metros ele caminhou ao todo desde que saiu da escola e chegou a sua casa?

Analisando as respostas apresentadas pelos alunos das questões propostas, destaca-se a fala de alguns que indicaram que o item C poderia ser respondido facilmente através do gráfico apresentado (Figura 29), bastando apenas ligar os pontos - pares ordenados, que então teriam a resposta de t , correspondente a 12 minutos. Portanto, se o aluno saiu da escola às 12h00min horas em ponto, significa que o momento em que ele passou em frente à Padaria Dikasa seria às 12h12min.

Contudo, foi feita a seguinte pergunta aos alunos: Através da representação gráfica elaborada por cada um de vocês individualmente, também foi possível identificar esta resposta de 12 minutos facilmente?

As respostas de alguns alunos foram que não, respondendo que t seria um valor entre 6 e 14 minutos e conseqüentemente, não teriam a mesma precisão na resposta dada anteriormente. A resposta apresentada pelos alunos se justifica, por exemplo, pelo fato de terem analisado os dados a partir de um gráfico semelhante ao da Figura 28, sem muita informação que vão além das mencionadas na descrição textual.

A partir das respostas obtidas na mediação com os alunos, foi lançada a seguinte pergunta: Em uma representação gráfica $S \times t$ construído em etapas, se pegarmos o instante de 6 minutos como posição inicial e 14 minutos como posição final, sem muitas informações de posições e tempos entre estes intervalos (Exemplo a Figura 28), porém estando o móvel em MU, como poderia definir com exatidão o valor de t correspondente ao momento em que Thiago passou em frente à Padaria Dikasa?

Diante da situação proposta, identificou-se através das falas dos alunos que poderíamos utilizar uma função. Por tanto, considerando o intervalo de 6 a 14

minutos, estabeleceu-se a função horária da posição em função do tempo para esta trajetória, sendo definida por $S = 250 + 125.t$, e em seguida, a partir de um procedimento matemático foi possível definir para $S = 1\ 000$ m (Padaria Dikasa) o valor numérico de 6 minutos.

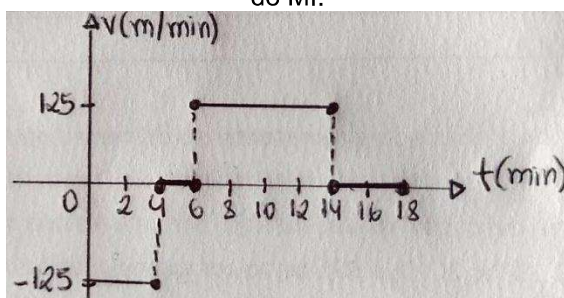
Para chegarmos à resposta correta no item C, foi necessário avisar aos alunos que os 6 minutos encontrados pelo cálculo, foi estabelecido a partir da função horária no qual a posição inicial é de 250 metros e, logo, se observamos que Thiago já havia percorrido 250 metros gastando outros 6 minutos, concluímos que é necessário somar os valores de $6 + 6$, totalizando 12 minutos até a posição de 1 000 metros que se localiza a Padaria Dikasa.

Após as observações, inferimos ainda que no item D, onde se refere às posições nos instantes de 8 minutos e 10 minutos após sair da escola, para utilizarmos a mesma função horária $S = 250 + 125.t$, teríamos que fazer $t = 8 - 6 = 2$ minutos e $t = 10 - 6 = 4$ minutos, portanto, para $t = 2$ e $t = 4$ poderíamos determinar respectivamente as posições de 500 m e 750 m, sendo correspondente a localização da Farmácia Mônica e a escola Hilda Miranda Nascimento.

Segundo relatos dos alunos, utilizando a fórmula da função horária ficou mais difícil de ser resolver a questão, e então, neste momento o docente mais uma vez fez a ressalva mencionando sobre a importância da utilização de uma descrição gráfica e o quanto ela pode facilitar no momento de solucionar uma determinada situação problema, através do seu visual e do resumo das informações prestadas.

Por fim, os alunos foram orientados a fazer a representação em um único gráfico $V \times t$ das diferentes velocidades expressadas em cada uma das etapas composta na trajetória realizada por Thiago entre os instantes de 0 (zero) a 18 minutos e um dos resultados obtidos pode ser visto na Figura 30.

Figura 30 - Gráfico $V \times t$, apresentada por um aluno como resposta do Item F, na situação problema II do MI.



Fonte: Do próprio autor.

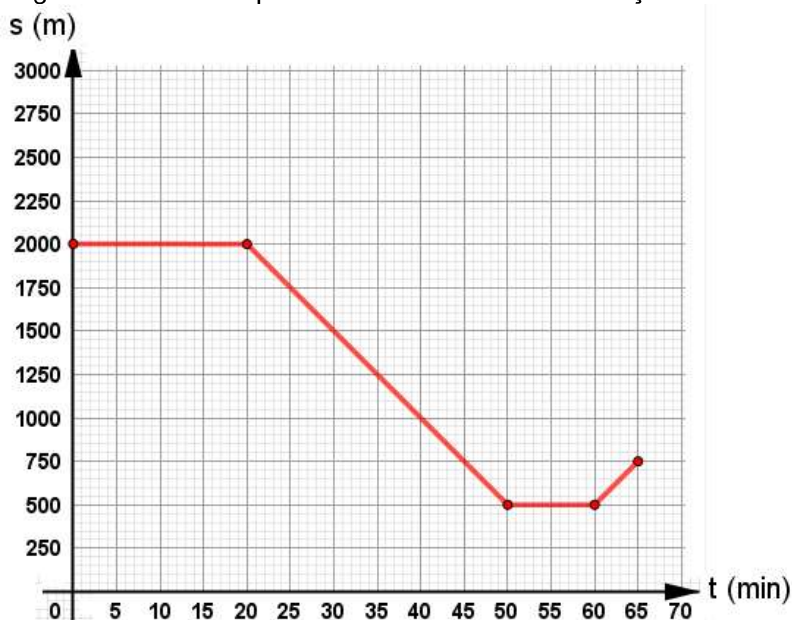
Observou-se através da análise das respostas descritas em cada item, pela representação gráfica $V \times t$ (Figura 30) apresentada pelos alunos e pela mediação realizada pelo professor, que os alunos demonstraram bons resultados na aula, conseguindo descrever corretamente os resultados das questões ocorrendo indícios de aprendizagem sobre o conteúdo abordado.

Possivelmente a contextualização utilizada para apresentar o conteúdo e as trocas de experiências entre professor e aluno proporcionadas pela mediação, podem ter favorecido o ensino e a aprendizagem, pois, os motivou na realização das tarefas.

Finalizando a aula, foi disponibilizada no formulário do Google Sala de Aula a situação III do anexo IV, presentes no MI, no qual os alunos foram orientados a responder a questão.

O objetivo proposto na situação III era para que os alunos fizessem agora o inverso do que foi realizado no item A da situação II, de forma que a partir da representação gráfica (Figura 31), os alunos pudessem escrever uma breve história que retratasse em detalhes o movimento realizado da pessoa, dizendo o local onde a mesma se encontrava dentro da trajetória representada pelo Mapa da Figura 2.8.2 do MI.

Figura 31 - Gráfico apresentado aos alunos na Situação III do MI.



Fonte: Do próprio autor.

Dentre os resultados esperados e obtidos nesta atividade, destacam-se as apresentadas pelos alunos N, P e S, no qual descrevem que:

Aluno N: “Sergio mora em cima do Apoio Auto Center e demorou 20 minutos para tomar café, para comprar um remédio na farmácia Mônica, andando lentamente e sem pressa ele demorou 30 minutos para chegar até lá onde ficou 10 minutos e gastou 5 para chegar até o Hilda Miranda para matricular seu filho”.

Aluno P: “Rita ficou por 20 minutos no Apoio Auto Center até que lembrou que tinha que comprar remédio para dor de cabeça da sua filha, então ela foi até a farmácia Mônica e gastou 30 minutos, após comprar foi entregar o remédio para ela na escola Hilda Miranda Nascimento”.

Aluno S: “Caio estava no apoio auto center botando o carro pra consertar depois de um acidente, ele fez o orçamento do conserto, e 20 minutos depois saiu e foi até a farmácia Mônica andando 30 minutos depois e ficou 10 minutos na farmácia comprando remédio para sua esposa. Depois disso ele foi caminhando até a escola HMN (Hilda Miranda Nascimento) entregar o laudo médico de seu filho, que também se machucou no acidente”.

Observa-se que as descrições apresentadas pelos alunos conseguem de certa forma satisfazer o que foi proposto no enunciado da questão, mesmo sendo identificadas algumas omissões de dados que poderiam enriquecer ainda mais a história.

Entretanto, ainda que se tenha identificado no decorrer da aula um grupo de alunos com certa dificuldade de fazer uma representação gráfica e considerando que partes das aulas aconteceram no formato online via Meet, podemos concluir que os resultados obtidos na situação III, quanto nas anteriores, foram satisfatórios tendo como base as informações coletadas e apresentadas no texto.

Outro aspecto importante que podemos considerar em relação aos resultados, consiste na descrição dos relatos dos alunos em que dizem entender agora que a representação gráfica é mais do que um simples desenho, que um gráfico tem característica de apresentar os fatos de forma ampla em um só lugar, porém é de fácil visualização.

Observou-se ainda que ao propor questões que trazem certa familiaridade aos alunos, estas acabam por facilitar a assimilação e proporcionam maior interação com o professor.

5.2.8 Aula 12 - Aplicação do Pós-teste

A aplicação do pós-teste foi realizada via plataforma do Google Sala de Aula por meio de formulários do Google. Foi permitida a entrada apenas dos alunos cadastrados pelo e-mail institucional fornecido pela SEDU/ES e cada um dos alunos teve apenas 1 (uma) tentativa para responder as questões, sendo que ao término do questionário todos poderiam visualizar as questões que acertaram ou que erraram além da quantidade de certos.

O pós-teste aplicado não foi avaliativo, e conseqüentemente não foi atribuído notas e sim conceitos em forma de percentual de acertos que variaram de 0 a 100%, e assim, fornecer dados para análise do professor entre algumas questões do pré-teste e o material abordado no MI com as questões do pós-teste a título de comparação de resultados.

5.3 ANÁLISES DOS RESULTADOS DO PÓS – TESTE

A partir das orientações de Moreira (2011) o pós-teste (APÊNDICE C) representa a última etapa da pesquisa e foi elaborado como instrumento parcial para avaliar de forma progressiva e recursiva o conteúdo abordado ao longo das aulas do MI, 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.

A partir dos resultados obtidos nas questões do pós-teste pretende-se avaliar o domínio do conteúdo e se houve apropriação dos conceitos ensinados acarretando em uma aprendizagem significativa ou não.

Utilizou-se no pós-teste 15 questões objetivas com 6 (seis) alternativas de respostas incluindo entre elas a opção de não saber responder, semelhantemente como foi empregada no pré-teste.

As questões utilizadas no pós-teste são compostas em parte por perguntas idênticas aplicadas no pré-teste (Quadro 6) e em parte pelas questões Q1, Q11, Q12, Q13 e Q14, elaboradas semelhantemente as questões abordadas durante as aulas do MI, nos exercícios propostos com a intenção de analisar se houve evolução na

aprendizagem em relação ao conceitos ensinados. Neste último grupo as questões tem como característica avaliar os mesmos conceitos já estudados, porém apresentando um grau maior de aprofundamento em relação ao pré-teste.

Quadro 6 - Relação entre as questões do pré-teste e pós-testes.

Pré-teste	Q5	Q6	Q7	Q8	Q11	Q12	Q13	Q14	Q15	Q16
Pós-teste	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q15

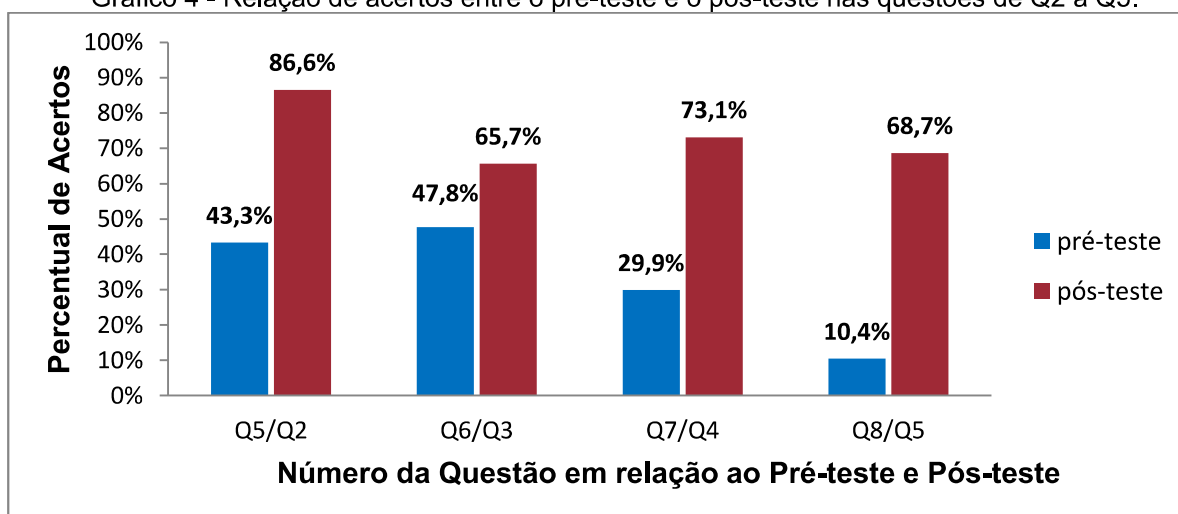
Fonte: Do próprio autor.

No Quadro 6 é possível ver a equivalência entre as questões do pré-teste e pós-testes, no qual foram aplicadas objetivando utilizar-se de comparação entre os resultados para inferir se houve evolução conceitual dos conhecimentos prévios coletados no pré-teste através da aplicação do MI.

Estas questões (Quadro 6) foram escolhidas por englobar-se todos os conceitos físicos abordados de movimento uniforme no MI, analisados a partir de dados contidos em uma tabela da posição *versus* tempo, gráficos de linhas S x t composto por diferentes etapas e a determinação do encontro entre dois móveis.

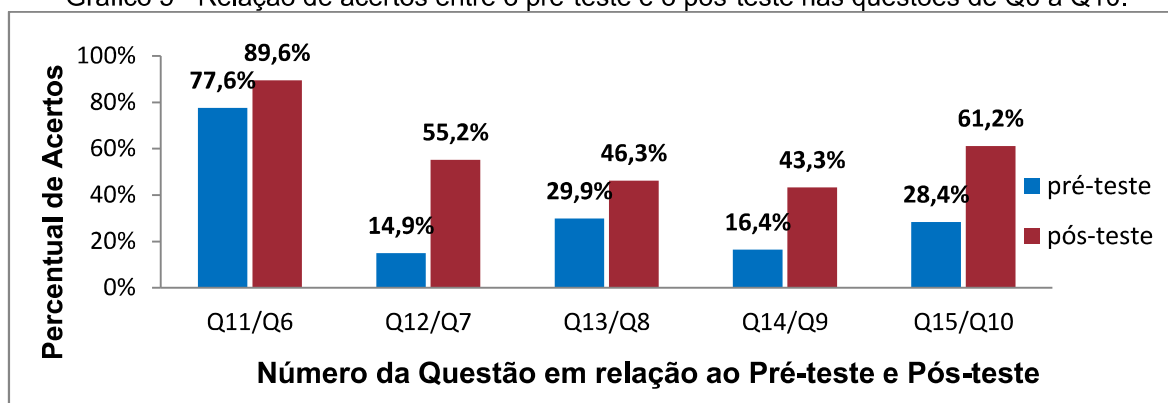
Para melhor visualização do desempenho dos alunos após a aplicação do pós-teste, apresenta-se no Gráfico 4 e Gráfico 5, uma comparação dos percentuais de acertos composta 67 alunos que responderam o pré-teste e o pós-teste, além de terem participado das aulas via Meet com 75% de presença ou mais. Utilizou-se 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 4 - Relação de acertos entre o pré-teste e o pós-teste nas questões de Q2 a Q5.



Fonte: Do próprio autor.

Gráfico 5 - Relação de acertos entre o pré-teste e o pós-teste nas questões de Q6 a Q10.



Fonte: Do próprio autor.

Podemos inferir através dos resultados demonstrados (Gráfico 4 e Gráfico 5), que o percentual de acertos no pós-teste em todas as questões foram melhores que a do pré-teste, demonstrando que houve uma evolução conceitual por parte dos alunos em relação aos seus conhecimentos prévios demonstrados no pré-teste.

Analisando os resultados obtidos, se observa um aumento de 43,2% e 32,8% no número de alunos que responderam corretamente as questões Q4 e Q10 do pós-teste respectivamente, demonstrando que os alunos souberam identificar a origem das posições, seja ele contido em uma tabela ou em um gráfico de linhas $S \times t$. Nestas mesmas questões, quando abordadas no pré-teste, foi identificado um percentual de alunos correspondente a 36% na questão Q7/Q4 e 40% na questão Q15/Q10 que indicaram não saber responder, fato este que não foi identificado no pós-teste, evidenciando que o material instrucional possivelmente foi significativo levando os alunos a se apropriar do conceito estudado.

Em seguida, destaca-se a evolução conceitual apresentada sobre a definição da velocidade média correspondente a 43,3% na questão Q2 do pós-teste em relação à questão Q5 do pré-teste inferida por meio de dados dispostos em uma tabela $S \times t$ e de 26,9% na questão Q9 do pós-teste em relação à questão Q14 do pré-teste através da análise e interpretação de certo intervalo de tempo dispostas em um gráfico de linha $S \times t$.

No geral percebeu-se que quando definido está velocidade média por meio das informações de diferentes posições e tempos contidas em uma tabela (Figura 13), 58 alunos do total de 67 analisados acertaram a questão, já se utilizando da leitura e interpretação gráfica, apesar do avanço obtido no percentual de acertos ele ainda

corresponde a apenas 29 alunos deste mesmo grupo representando o menor percentual de acertos entre as questões mencionadas (Gráfico 4 e Gráfico 5).

Destaca-se ainda que outros 20 alunos na questão Q9 optaram por responder de forma errada que a velocidade média no instante de 1s é equivalente a 12 m/s, considerando que a velocidade apresentada pelo gráfico $S \times t$ seria a mesma que sua posição no instante de 1 segundo, representado pelo par ordenado (1,12) observado na Figura 14. Contudo, diante do que foi analisado em relação aos resultados obtidos na questão Q2 e Q9, pode-se deduzir que o conceito de velocidade média foi compreendido pelos alunos, porém parte dos mesmos não conseguiu ou observou que se utilizando da representação gráfica deveriam determinar pela mesma expressão de $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$ a velocidade média do móvel no intervalo em específico proposto na questão.

Observa-se ainda na questão Q7 que 55,2% dos alunos responderam corretamente a questão no pós-teste representando um aumento de 40,3% em relação aos dados coletados na questão Q12 do pré-teste ao se perguntar sobre a definição do espaço percorrido pelo móvel entre dois instantes de tempo, a ser analisados através de um gráfico de linhas $S \times t$. Na questão Q7 destaca-se ainda um pequeno grupo correspondente a 24% do total de alunos que ao responder o pós-teste, afirmaram que o espaço percorrido entre os instantes de 0s e 2s seria de 18 m (Figura 14), desconsiderando o fato de que o móvel partiu da posição inicial 6 m chegando à posição de 18 m em 2s e, portanto, poderia ser expresso por $\Delta S = S_f - S_0$, ou seja, matematicamente teríamos $\Delta S = 18 \text{ m} - 6 \text{ m} = 12 \text{ m}$ como resposta.

Na questão Q3 do pós-teste referente à definição da posição inicial do móvel analisado através de dados dispostos em uma tabela $S \times t$, os percentuais de acertos obtidos no pré-teste que era de 47,8% avançaram 17,9% chegando a 65,7% no pós-teste. Quando esta mesma pergunta foi feita na questão Q6 do pós-teste, entretanto, a partir da análise de um gráfico $S \times t$, identificou-se um aumento de 12% chegando a 89,6% de acertos no pós-teste, sendo considerada a questão em que se apresentou um maior percentual de acertos entre os alunos no pré-teste e pós-teste.

Se compararmos os percentuais de acertos do pós-teste entre as questões Q3 e Q6, podemos inferir agora que a representação gráfica fez a diferença na

identificação/localização da posição inicial do móvel o que foi indicado pelo alto percentual de acertos obtidos na questão Q6.

Entende-se ainda que pelo grau de complexidade da resposta exigida nas questões, os resultados poderiam ser melhores considerando o que foi apresentado pelo MI, além disso, identificou-se que 21% dos alunos indicaram de forma errada que a posição inicial do atleta na questão Q3 era de 0 (zero) metros no instante de 3 segundos e não -15 metros no instante de 0 (zero) segundo, contudo é possível dizer por meio dos resultados encontrados que houve uma evolução conceitual do conteúdo por parte dos alunos após a aplicação do MI.

Na questão Q5 do pós-teste é possível observar a maior variação percentual entre o número de acertos obtidos entre o pré-teste e o pós-teste, chegando a 58,3% de aumento no número de alunos que agora após aplicação do MI, conseguem identificar ou descrever uma função horária da posição em função do tempo de um móvel em MU.

Observa-se ainda que no pré-teste 41 do total de 67 alunos afirmaram não saber responder a questão Q8/Q5, ou seja, ainda não compreendiam o que é uma função horária (função Afim) e suas relações, porém, após a aplicação do MI este número caiu para apenas 3 alunos do total que afirmaram, através da questão Q5 do pós-teste, ainda não saber responder demonstrando ter havido aprendizagem após a apresentação dos conceitos abordados durante as aulas realizadas.

Através dos resultados obtidos na questão Q8 do pós-teste em comparação a questão Q13 do pré-teste por ser a mesma pergunta, observou um aumento percentual de 16,4% no número de acertos o que nos permite dizer que houve evolução conceitual em relação à localização em um gráfico $S \times t$ da posição de um móvel em certo instante de tempo, ou seja, a definição de pares ordenados (t, S) no plano cartesiano trabalhado no MI.

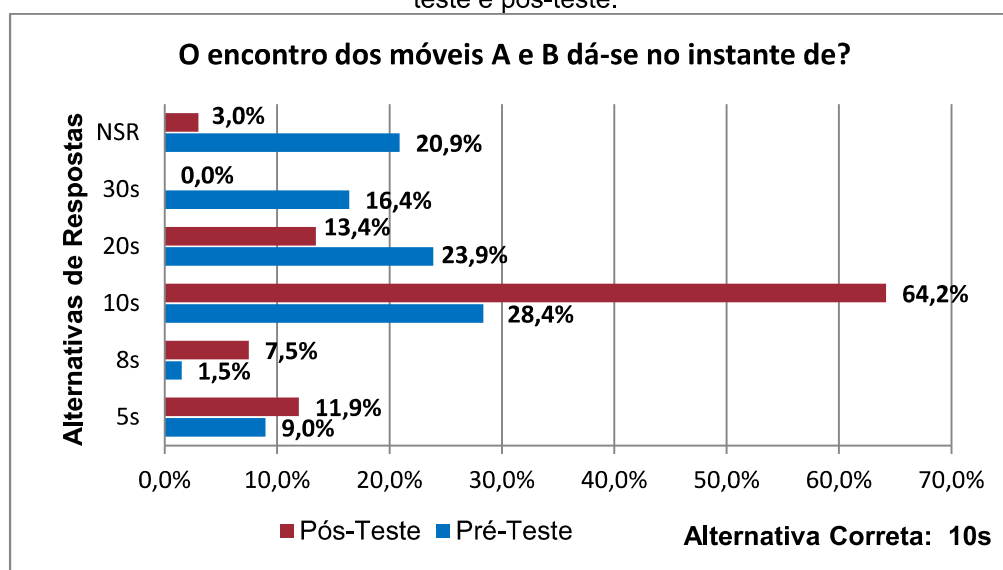
Observa-se ainda que do total de 67 alunos analisados no pré-teste e pós-teste, 20 deles acertaram a questão Q13/Q8 no pré-teste e outros 25 assinalaram não sabe responder, o que agora no pós-teste foi assinalado por apenas 2 alunos. Identificou-se ainda na questão Q8 do pós-teste que 22 alunos assinalaram como resposta correta o valor de -8 metros para a posição do móvel no instante de 9 segundos, não observando a escala de medidas utilizada pela representação gráfica (Figura 14) no eixo das ordenadas indicadas por S , onde a correspondência correta seria o par

ordenado (9, - 9), ou seja, posição de - 9 metros no instante de 9 segundos, sendo assinalado corretamente apenas por 31 alunos o que corresponde a 46,3% do total de participantes.

Por fim se compararmos a média geral de acertos obtidas nas questões do pós-teste representada pelo Gráfico 4 e Gráfico 5 é possível inferir que os melhores percentuais de acertos alcançados pelos alunos, estão associados às questões trabalhadas a partir da descrição da posição em função do tempo de um MU, disposta em uma tabela $S \times t$ (Gráfico 4), demonstrando que apesar do avanço obtido após a aplicação do MI, entre os alunos ainda há um grupo que possuem certa dificuldade na leitura, interpretação e análise da representação gráfica $S \times t$ (Gráfico 5).

No Gráfico 6 é possível observar o percentual de respostas dadas a cada uma das alternativas disponíveis, comparando a questão Q16 do pré-teste com a questão Q15 do pós-teste.

Gráfico 6 - Relação entre as respostas apresentadas pelos alunos nas questões Q16/Q15 do pré-teste e pós-teste.



Fonte: Do próprio autor.

Observa-se através dos dados obtidos (Gráfico 6) uma importante evolução conceitual, que pode ser atribuída ao Material instrucional aplicado, inferidos na comparação entre as respostas obtidas do pré-teste com as do pós-teste com um aumento de 35,8% no número de acertos. E, ainda, observa-se que no pré-teste, 20,9% dos alunos o que corresponde a 14 do total de 67 alunos, indicaram ainda não saber responder a questão Q16/Q15, o que agora no pós-teste foi identificado

por apenas 3% que se equivalem a 2 do total de 67 alunos, além disso, dos 65 alunos restante, 43 conseguiram assinalar corretamente a questão indicando que houve apropriação e domínio dos conceitos ensinados.

No geral, constatou-se através da análise dos dados no pós-teste que em todas as questões de Q2 a Q10, houve a ocorrência de uma maior conformidade nas respostas dos alunos semelhante à apresentada pelo Gráfico 6, 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 material Instrucional.

As questões Q1, Q11, Q12, Q13 e Q14 do pós-teste são diferentes das questões já apresentadas no pré-teste, pois além de ser mais específicas elas foram elaboradas a partir do conteúdo já abordado nas aulas com os alunos. As questões são compostas por perguntas relacionadas à representação de um gráfico de linhas $S \times t$ ou $V \times t$, relacionando-as a descrição de uma função horária das posições, assim como o inverso quando proposto que se obtivesse a função através da análise gráfica ou trajetória orientada objetivando a verificar o alcance no domínio dos conteúdos trabalhados nas aulas e se a mesma foi significativa 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.

A questão Q1 do pós-teste se relaciona ao conteúdo abordado na aula 4 e 5 do MI sobre a identificação e descrição de uma função horária para definir matematicamente o instante em que o móvel chegaria a certa posição definida por uma trajetória. Observou que 86,6% dos alunos o que corresponde a 58 do total de 67 alunos conseguiram responder corretamente a questão demonstrando domínio do conteúdo sobre os conceitos ensinados e aplicados no MI.

Utilizou-se na questão Q11 e Q13 do pós-teste perguntas semelhantes à questão 07 e 06 respectivamente aplicadas nos exercícios propostos da aula 7 do MI

objetivando a abordar o conceito de construção, interpretação e leitura de gráficos no plano cartesiano, assim como a definição dos coeficientes S_0 (posição inicial) e V (Inclinação da reta no gráfico) de uma função horária das posições em função do tempo no MU.

Observou na questão Q11 do pós-teste, que houve uma evolução conceitual em relação ao conteúdo abordado, inferido pela comparação de 79,1% de acertos no pós-teste em relação a 38% quando a questão similarmente foi abordada na aula durante a aplicação do MI. Considerando o percentual de acertos obtidos nas duas questões e quando comparados, os resultados encontrados nos indicam ter havido a ocorrência de aprendizagem, que pode estar relacionada ao material instrucional diversificado, apresentado aos alunos e as mediações realizadas nas aulas.

De forma geral, as aulas do MI abordaram e relacionaram os conteúdos propostos na grade curricular de física sobre o ensino do movimento uniforme na cinemática com os de função Afim, trabalhado interdisciplinarmente na disciplina de matemática ao se introduzir o conceito de função e suas representações gráficas através da função horária das posições.

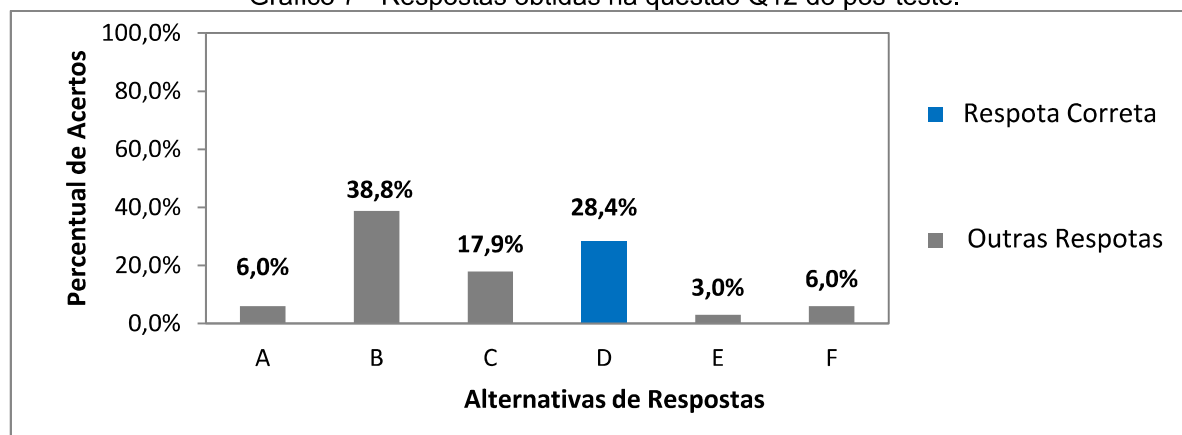
Na questão Q13 do pós-teste, observou um percentual de acerto igual a 58,2% representando um aumento de 21,6% em relação aos 36,6% de acertos que foram obtidos na questão 06 proposto aos alunos na aula 7, onde se propôs a analisar através da representação gráfica $S \times t$ a descrição de uma função horária (função Afim). A partir dos resultados encontrados, podemos considerar que houve a ocorrência de aprendizagem durante apresentação do material instrucional.

A questão Q12 do pós-teste procurou trabalhar de forma recursiva os conceitos trabalhados na aula 7 do MI, na identificação e descrição de um gráfico $V \times t$ no MU a partir do valor da velocidade média inferida na expressão da função horária das posições, ou seja, pelo coeficiente de uma função Afim. A questão apresenta semelhança ao que foi abordado de forma discursiva na aula 9, por meio do exercício proposto na questão 01, item A, no qual exhibe os mesmos conceitos físicos.

Os resultados obtidos no pós-teste para a questão Q12 podem ser visto no Gráfico 7 onde se observa que apenas 28,4% dos alunos acertaram a questão. Nota-se ainda a existência de um grupo de alunos representados por 38,8% que optaram de forma errada pela alternativa B, fato este que possivelmente pode ter acontecido devido à

falta de atenção na leitura do enunciado da questão onde indicava querer a representação de um gráfico $V \times t$ e não $S \times t$.

Gráfico 7 - Respostas obtidas na questão Q12 do pós-teste.



Fonte: Do próprio autor.

Entende-se que provavelmente ao lerem a pergunta os alunos identificaram a afirmação de que se a velocidade média for menor que zero (negativa) o movimento é retrógrado, implicando os alunos a associar por uma representação gráfica de reta decrescente, ou seja, para isso eles inferiram que na função horária $S = 20 - 10.t$ a velocidade média corresponderia a -10 km/h e que o único gráfico com reta decrescente seria o que foi representado pela alternativa B.

Conseqüentemente, o erro está no fato de que os alunos desconsideraram a grandeza V (velocidade) referenciada no eixo das ordenadas e a indicação da questão de que se tratava de uma representação de um gráfico $V \times t$, pois se fosse observado estas características o correto consistiria na capacidade dos alunos em compreender que no movimento uniforme V é constante, logo teriam a representação de uma reta paralela ao eixo das abscissas (eixo t) para o valor de $V = -10 \text{ km/h}$, conforme exposto na alternativa D da questão.

Outro fato que colabora com a ideia de que os alunos pensaram em um gráfico $S \times t$ e não $V \times t$ está na comparação dos resultados obtidos na questão 01, item A da aula 9, onde se observou na ocasião que praticamente todos os alunos presentes conseguiram representar corretamente o gráfico $V \times t$ a partir do material instrucional exibido na aula via Meet, incluindo a mediação e discussão do conteúdo oportunizada pelo professor.

Por fim, Infere-se que na questão Q12, faltou para alguns alunos observar melhor a questão antes de responder, tomando cuidado na leitura. No entanto, se

considerarmos que o percentual de acertos na questão foi de 28,4% e acrescentarmos o fato de que possivelmente os outros 38,8% acabaram por identificar que a velocidade média era representada por -10 km/h , ocasionado em um movimento retrógrado, veremos indícios da ocorrência de aprendizagem conceitual sobre a identificação da velocidade média através da descrição de uma função horária ou função Afim, conforme foi proposto através das aulas do MI.

Na questão Q14 semelhantemente ao que foi abordado na questão 05 da aula 9 do MI, buscou de forma recursiva avaliar qual foi a compreensão dos alunos na identificação de velocidade escalar média de um móvel em certo intervalo de tempo representado por um gráfico $V \times t$ composto por diferentes MRU.

Analisando o resultado obtido na questão Q14 do pós-teste, constatou-se que apenas 29,9% dos alunos o que equivale a 20 alunos do total de 67, conseguiram assinalar de forma correta a questão, sendo que dos outros 47 que erraram se destacam um grupo de 22 alunos que assinalaram de forma errada uma resposta onde possivelmente foi encontrada utilizando-se a expressão $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, porém utilizaram-se para ΔS (deslocamento escalar) os valores de V (velocidade) dispostas na representação gráfica $V \times t$, esquecendo-se da necessidade de se definir o valor de ΔS , por meio da expressão $\Delta S = V \cdot \Delta t$ e posteriormente obter a média das velocidades.

Destaca-se que na aula 10 do MI, a partir dos erros apresentados pelos alunos na questão 05 (semelhantemente a apresentada na questão Q14 do pós-teste) foi possível, baseado no potencial do material instrucional, que o professor proporcionasse uma pequena intervenção na aula utilizando-se de diferentes meios de visualização e comprovação do resultado, objetivando a promover a negociação de significados do conteúdo estudado no MI.

Portanto, diante o exposto é possível dizer que não houve indícios de melhoria em relação aos conceitos que já haviam sido apresentados na aula, pois o percentual de acertos na questão Q14 comparada ao que foi observado na aula 9 e 10 do MI referente às respostas dos alunos na questão 05 apresentaram ser praticamente os mesmos, inclusive os erros cometidos.

Por outro lado, se analisarmos que na questão Q10 do pré-teste, onde 28 alunos do total de 67 analisados conseguiram observar o tempo em que o móvel ficou parado

através da representação de um gráfico $V \times t$, não sendo exigido a elaboração de cálculos matemáticos para isso e agora compararmos com o resultado da questão Q14 do pós-teste onde 20 alunos desse mesmo grupo acertaram, observamos um indício de aprendizagem do conceito em relação às questões, pois, nesta questão os alunos além de identificar as velocidades ponto a ponto no gráfico, eles conseguiram ainda definir matematicamente por meio de uma expressão a velocidade média escalar entre 0 a 5 horas.

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, pois na questão Q9 do pré-teste apenas 3 alunos do total de 67 analisados conseguiram representar corretamente os pares ordenados no plano cartesiano e definir certa trajetória linear entre os mesmos.

Diante dos resultados apresentados, cabe ainda lembrar 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 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 no presencial o professor pode a todo o momento interagir com mais eficácia com todos os alunos identificando suas dificuldades individualmente, e auxiliando os mesmos na realização das tarefas.

No entanto, um grupo de alunos, no qual fez parte desta pesquisa, mostraram-se estar predisposto a participar das aulas e realizar as atividades, dessa forma, observou que a expectativa objetivada no início do trabalho que era a promoção da 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 finais 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 atribuir ao material instrucional aplicado, como o grande responsável por despertar no aluno o interesse em aprender e, portanto, contribuindo para aprendizagem através da apropriação dos conhecimentos levando os alunos ao domínio dos conceitos ensinados.

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

6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, realizou-se a aplicação de um material instrucional elaborado de acordo com a proposta de Moreira (2011) sobre perspectiva de uma UEPS, abordando o estudo dos conceitos físicos-matemáticos de movimento uniforme 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 contribuiria para a ocorrência da aprendizagem significativa, tomando como referência as ideias propostas por David Ausubel (1968, 1978 e 1980) descritas por Moreira (1985) que tem como características a interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos 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, obtinham 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 físicos por meios de expressões ou representações gráficas, podendo comprovar tais fenômenos do seu cotidiano.

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 diferentes 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 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, cumpridos em etapas, estando-o em MU através da descrição do Google Mapas, a forma falada/escrita ou a forma gráfica.

A utilização desses recursos nas aulas, na opinião dos alunos foi positiva, sendo que tais descrições acabaram por favorecer no entendimento das características próprias de uma descrição gráfica, que correlaciona conteúdos de físicas e matemática demonstrando que o material instrucional 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 material instrucional. Por fim, pode se constatar que por meio das diferentes estratégias adotadas, que se alcançou excelente 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 material instrucional.

Além disso, destaca-se que uma das principais dificuldades encontrada durante a execução das aulas pode ser indicada pela baixa participação dos alunos nas aulas

quando realizada via Meet, sendo que apenas 67 alunos de um total de 98 conseguiram efetivamente participar do início ao fim da aplicação via Meet com 75% ou mais de presença. Ressalto que, o fato de os alunos não participarem da aplicação do MI via Meet, na maioria dos casos se justifica por não possuírem recursos tecnológicos como, por exemplo, um celular ou computador com acesso à internet disponível em sua residência que permitissem de forma adequada acompanhar as aulas realizadas.

O ensino remoto mostrou-se desafiador na aplicação do MI, visto que apesar de ter 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.

Apesar das dificuldades encontradas, constatou-se que houve aprendizagem e que as atividades propostas no MI acabaram por motivar os alunos na execução das tarefas, por isso considera-se que o material possa ser utilizado em sala de aula por outros professores em aplicações futuras, seja este professor da disciplina de física ou de matemática. Pelo fato do material apresentado ser interdisciplinar, há a possibilidade de que o professor utilize o material seguindo todos os passos sugeridos ou apenas parte dele, desde que se busque a promoção da Aprendizagem Significativa do aluno.

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 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 material instrucional como um recurso aparentemente eficaz na construção do seu conhecimento.

Dado o exposto, salienta-se o quanto é importante para o professor participar de um programa de mestrado, possibilitando através da formação adquirida um desenvolvimento profissional com a inserção de novas práticas em sala de aula, compartilhando de novas teorias de aprendizagem que favorecem o ensino e a aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ARAUJO, I. S.; VEIT, A.; MOREIRA, M. A. **Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da cinemática**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, n. 2, p. 179-184. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v26n2/a13v26n2.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

ARTUSO, A. R.; WRUBLEWSKI, M. **Física – Manual do Professor**. 1ª ed. V.1. Curitiba - Editora Positivo, 2013.

BEICHNER, R. **Testing student interpretation of kinematics graphs**. American Journal of Physics, v. 62, n. 8, p. 750-762. 1994.

BONJORNO, J. R. et al. **Física: Mecânica, 1º ano - Ensino Médio**. Manual do Professor – Orientações para o professor – 2º ed. São Paulo: FTD, 2013.

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.

_____. **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.

CHAVANTE, E.; PRESTES, D. **Quadrante matemática, 1º ano: ensino médio**. Suplementado pelo Manual do professor. 1. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

COSTA, A. M. V. **A INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS DE MOVIMENTO**. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8CKML3/1/a_interp.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BÔAS, N. V. **FÍSICA, Volume 1**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **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%20Mdio%20Regular.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

_____. **Secretaria da Educação.** Currículo Básico Escola Estadual: Guia de implementação/Secretaria da Educação – Ensino Médio - Área de ciências da natureza. Vol. 2 – Vitória, SEDU, 2009. Disponível em: <[https://sedu.es.gov.br/Media/sedu/pdf%20e%20Arquivos/Curr%C3%ADculo/SEDU_Curriculo_Basico_Escola_Estadual_\(FINAL\).pdf](https://sedu.es.gov.br/Media/sedu/pdf%20e%20Arquivos/Curr%C3%ADculo/SEDU_Curriculo_Basico_Escola_Estadual_(FINAL).pdf)>. Acesso em: 25 de mar. 2020.

EXPLICATORIUM. **Distância ou deslocamento.** Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/cfq-9/distancia-percorrida.html>>. Acesso em: 02 mar. 2021.

FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. **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.

IEZZI, G. et al. **Matemática: Ciências e aplicações – Ensino Médio.** Suplementado pelo Manual do professor. 9. ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

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, USP, 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.

_____; 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.

LONGEN, A. Coleção Nova Didática. **Matemática.** Ensino Médio, 1ª série. 1. ed. Curitiba: Editora Positivo, 2004.

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) PUC/SP, 2005.** Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/11110/1/dissertacao_douglas_ap_nacci_martins.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2020.

McDERMOTT, L. C.; ROSENQUIST, M. L.; Van Zee, E. **Students difficulties in connecting graphs and physics: Example from kinematics.** American Journal of Physycs, v. 55, n. 6, 503-513. 1987.

MOREIRA, M. A. **O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.** 2012. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2020.

_____. **ENSINO E APRENDIZAGEM: ENFOQUES TEÓRICOS.** 2ª edição. Editora Morais. São Paulo, 1985.

_____. **ORGANIZADORES PRÉVIOS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.** (2012b). Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>>. Acesso em: 07 mar. 2020.

_____. **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.

PEREIRA, W. V. **PROPOSTAS DE UTILIZAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS PARA O ESTUDO DO CONCEITO DE VELOCIDADE NO ENSINO MÉDIO.** Dissertação de mestrado – PPGenFis, Universidade federal do Espírito Santo – UFES, Vitória, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/4791/1/tese_8744_Whorrtton20150603-134918.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2020.

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

QUEIROZ, A. S. **Contribuição do ensino de ligação iônica baseado em modelagem ao desenvolvimento da capacidade de visualização.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais – MG, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/FAEC-83UP6K/1/disserta__o_ariadne_vers_o_revista.pdf>. Acesso em: 26 de mar. 2020.

SOUSA, E. V. **OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE MATEMÁTICA E FÍSICA: uma proposta interdisciplinar.** Dissertação (Mestrado em Educação). PUC/SP, 2010. Disponível em: <<https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/11468/1/Edvaldo%20Vale%20de%20Sousa.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

VILELA, E. M.; MENDES, I. J. M. **Interdisciplinaridade e saúde: estudo bibliográfico.** Revista Latino-americana de Enfermagem. Vol. 11, nº. 4 - Ribeirão Preto: 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rlae/v11n4/v11n4a16.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2020.

YAMAMOTO, K.; FUKE, L. F. **Física para o Ensino Médio – volume 1: Mecânica.** Suplementado pelo Manual do professor. 4. ed. – São Paulo: Saraiva, 2016.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu,.....,RG, responsável pelo (a) aluno (a)dou meu consentimento livre e esclarecido para o aluno participar como voluntário (a) do projeto de pesquisa que tem como objetivo avaliar as Principais Dificuldades Conceituais em Física dos Alunos do Ensino Médio. Esta pesquisa é de responsabilidade da Profª. D. Sc. Marcia Regina Santana Pereira e do discente Sebastião Almeida Mota, do Programa de Mestrado Nacional em Ensino de Física, na UFES. Assinando este termo estou ciente de que:

- Este estudo tem como principal objetivo avaliar semi-qualitativamente as dificuldades conceituais em Física, referente ao conteúdo de Cinemática, dos alunos da EEEFM Professora “Hilda Miranda Nascimento”.
- Durante este estudo serão aplicados testes. Esses testes não irão interferir nas notas trimestrais dos alunos, serão apenas testes diagnósticos;
- Obtive todas as informações necessárias para poder decidir conscientemente sobre a minha participação no referido estudo.
- Estou livre para interromper, a qualquer momento, minha participação na pesquisa sem sofrer qualquer forma de retaliação.
- Meus dados pessoais serão mantidos em sigilo.
- Autorizo divulgação da imagem do (a) aluno (a) em fotos e vídeos exclusivamente para fins acadêmicos. Sim Não
- Os resultados gerais obtidos nesta pesquisa serão utilizados apenas para alcançar os objetivos propostos, incluída sua publicação em congresso, em revista científica especializada ou trabalho de conclusão de curso.

Informações complementares

Orientadora do Projeto:
Profª. D. Sc. Marcia Regina Santana Pereira
e-mail: marcia.pereira@ufes.br

Pesquisador responsável:
Sebastião Almeida Mota
e-mail: sebastiaoalmeidamota@gmail.com

Serra,....., de2021.

Assinatura do responsável.

APÊNDICE B – PRÉ-TESTE

	EEEFM “PROFª HILDA MIRANDA NASCIMENTO” PORTO CANOA - SERRA – ESP. SANTO.	
	Nome do Aluno: _____	
	Data: ____/____/____	
1º Série	Turma: _____	Professor: Sebastião A. Mota
PRÉ-TESTE		

Prezado Aluno, Solicito a sua contribuição para o preenchimento deste questionário. O resultado desta avaliação NÃO será computado em sua nota.

PRÉ-TESTE

01. Caso se lembre, relate em poucas palavras, quais são os conteúdos físicos já estudados por você, na disciplina de Ciências ou de forma autônoma até este momento.

02. Escreva em poucas palavras a diferença entre a disciplina de matemática e a disciplina de Física?

03. Você já estudou e sabe o conceito físico de velocidade média?

Sim, já estudei e me lembro que velocidade média é _____

Sim, mas não me lembro mais a definição de velocidade média.

Não estudei por isso não sei a definição.

04. Na física o conteúdo da Cinemática procura descrever os movimentos dos corpos. Para descrevermos este movimento devemos conhecer os instantes em que o corpo passa por diferentes posições ao longo de sua trajetória, como por exemplo, esta sendo descrito pela trajetória do carro na figura a seguir:

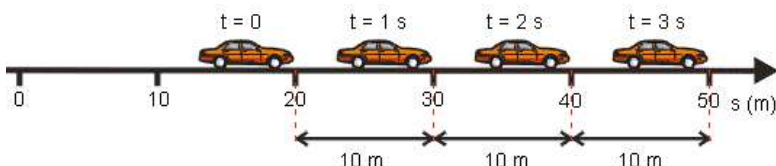
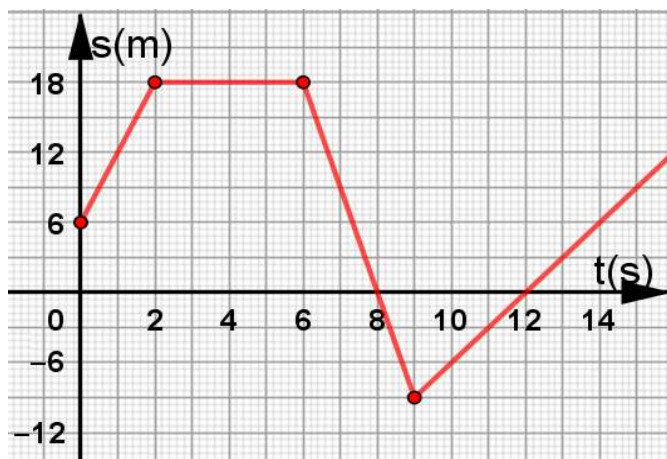


Tabela: Posição x tempo	
Tempo em segundos	Posição em metros
0	20
1	30
2	40
3	50

A tabela ao lado é utilizada na física como outra forma de organizar os dados contidos na figura com o objetivo de facilitar a leitura das informações de diferentes posições do carro e seus respectivos instantes de tempo durante toda a trajetória apresentada pela figura.

Considerando os dados contidos na figura por meio de uma trajetória (desenho) ou pela tabela representando as diferentes posições de um carro com seus instantes de tempo, peço a você aluno que se for possível invente uma terceira forma diferente que também seja utilizada na física ou matemática de representar visualmente esses dados da figura/tabela.

Para responder as próximas cinco questões, baseia-se no gráfico da posição em função do tempo (t) mostrado a seguir, que representa o movimento de um objeto em uma dimensão distribuído em várias etapas.



Com base nos dados do gráfico, responda as questões de 11 a 15.

11. Qual a posição inicial do ponto material?

- A) - 8 m C) 6 m E) 18 m
 B) 0 m D) 12 m F) não sei responder

12. Qual o espaço percorrido pelo objeto entre $t = 0$ e 2 s?

- A) 18 m C) 8 m E) 2 m
 B) 12 m D) 6 m F) não sei responder

13. Qual é a posição do móvel no instante de 9 segundos?

- A) - 12 m C) - 8 m E) 0 m
 B) - 9 m D) - 6 m F) não sei responder

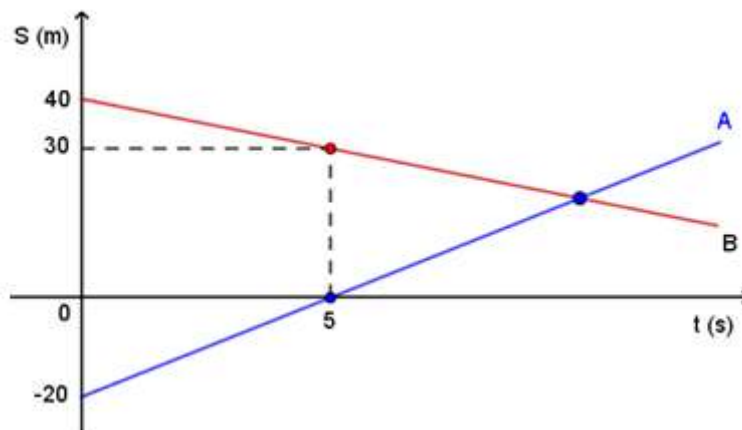
14. Qual a velocidade escalar do móvel no instante 1s?

- A) 3 m/s C) 6 m/s E) 12 m/s
 B) 4 m/s D) 9 m/s F) não sei responder

15. Em quais instantes o ponto material passa pela origem das posições?

- A) Nos instantes de 8 e 12 segundos D) Nos instantes de 0 e 14 segundos
 B) Nos instantes de 0 e 8 segundos E) Nos instantes de 2 e 9 segundos
 C) Nos instantes de 0 e 12 segundos F) não sei responder.

16. Dois móveis, A e B, deslocam-se numa mesma reta. Suas posições, em função do tempo, estão registradas no gráfico.




9

Com base no gráfico, o encontro dos móveis A e B dão-se no instante de:

- A) 5 s C) 10 s E) 30 s
 B) 8 s D) 20 s F) não sei responder

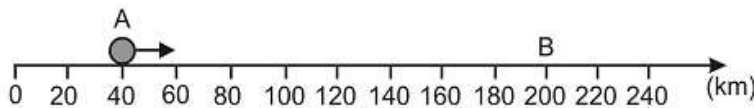
APÊNDICE C – PÓS-TESTE

	EEEFM “PROF^a HILDA MIRANDA NASCIMENTO” PORTO CANOA - SERRA – ESP. SANTO.	
	Nome do Aluno: _____ Data: ____/____/____	
	1º ANO	Turma: _____
PÓS-TESTE		

Prezado aluno, a partir das informações recebidas nas aulas sobre Cinemática em que estudamos o MU, resolva o questionário a seguir.

PÓS-TESTE

01. Um carro passa pela cidade A as 10 h com velocidade constante de 80 km/h, conforme mostra a figura abaixo:



É correto afirmar que o carro passará pela cidade B às:

- | | |
|---------|----------------------|
| A) 11 h | D) 14 h |
| B) 12 h | E) 15 h |
| C) 13 h | F) não sei responder |

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

Com base nas anotações feitas por Thiago responda:

02. Qual é a velocidade média do atleta?

- | | | |
|-------------|----------|----------------------|
| A) - 15 m/s | C) 0 m/s | E) 5 m/s |
| B) - 5 m/s | D) 1 m/s | F) não sei responder |

03. Qual é a posição inicial do atleta neste trecho da maratona?

- | | | |
|-----------|---------|----------------------|
| A) - 15 m | C) 0 m | E) 15 m |
| B) - 10 m | D) 10 m | F) não sei responder |

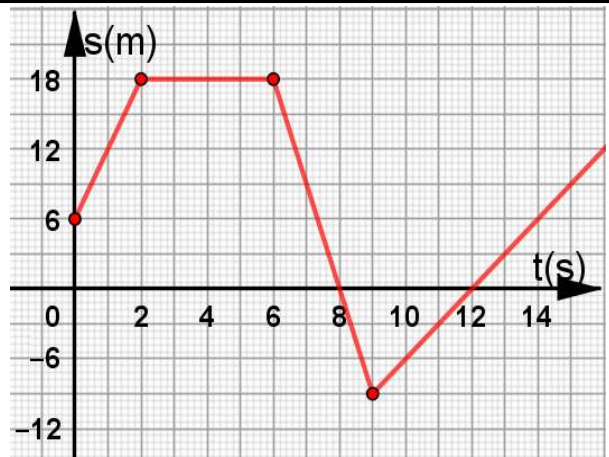
04. O instante em que o atleta passa pela origem das posições.

- | | | |
|--------------|---------------|-----------------------|
| A) 0 segundo | C) 2 segundos | E) 6 segundos |
| B) 1 segundo | D) 3 segundos | F) não sei responder. |

05. Qual é a função horária que descreva a posição em função do tempo deste atleta?

- | | | |
|----------------|---------------------|-----------------------|
| A) $S = 5.t$ | C) $S = - 15 - 5.t$ | E) $S = 5 + 15 t$ |
| B) $S = 2,5.t$ | D) $S = - 15 + 5.t$ | F) não sei responder. |

Para responder as próximas cinco questões, baseia-se no gráfico da posição em função do tempo (t) mostrado a seguir, que representa o movimento de um objeto em uma dimensão distribuído em várias etapas.



Com base nos dados do gráfico, responda as questões de 6 a 10.

06. Qual a posição inicial do ponto material?

- A) - 8 m C) 6 m E) 18 m
B) 0 m D) 12 m F) não sei responder

07. Qual o espaço percorrido pelo objeto entre $t = 0$ e 2 s?

- A) 18 m C) 8 m E) 2 m
B) 12 m D) 6 m F) não sei responder

08. Qual é a posição do móvel no instante de 9 segundos?

- A) - 12 m C) - 8 m E) 0 m
B) - 9 m D) - 6 m F) não sei responder

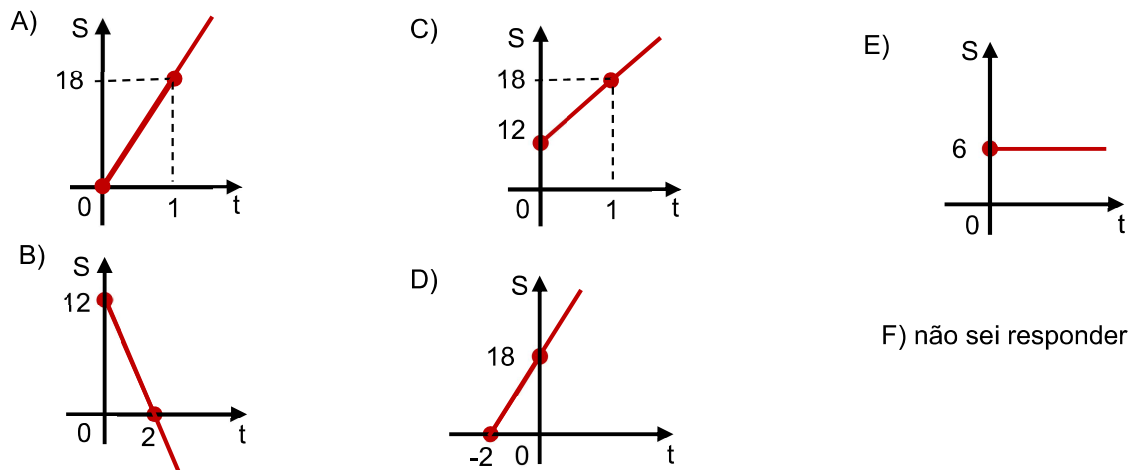
09. Qual a velocidade escalar do móvel no instante 1s?

- A) 3 m/s C) 6 m/s E) 12 m/s
B) 4 m/s D) 9 m/s F) não sei responder

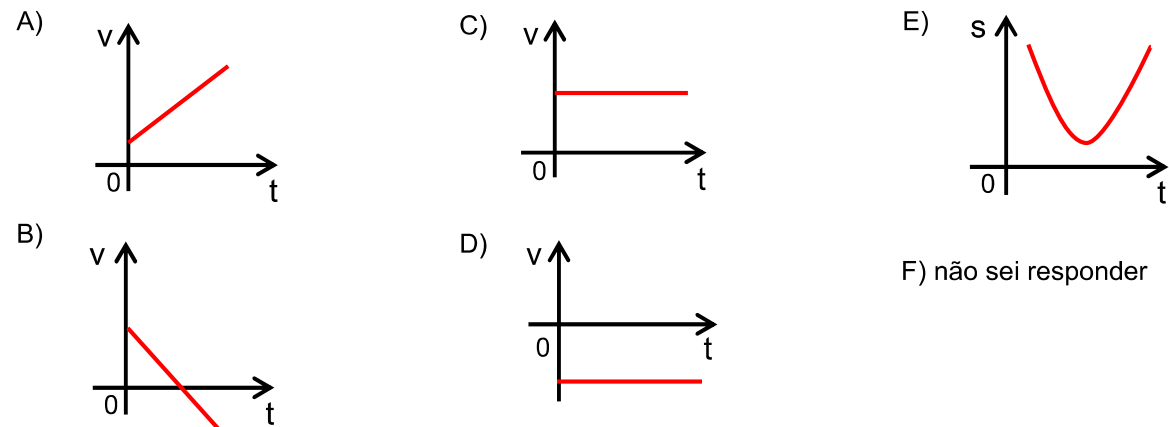
10. Em quais instantes o ponto material passa pela origem das posições?

- A) Nos instantes de 8 e 12 segundos D) Nos instantes de 0 e 14 segundos
B) Nos instantes de 0 e 8 segundos E) Nos instantes de 2e 9 segundos
C) Nos instantes de 0 e 12 segundos F) não sei responder.

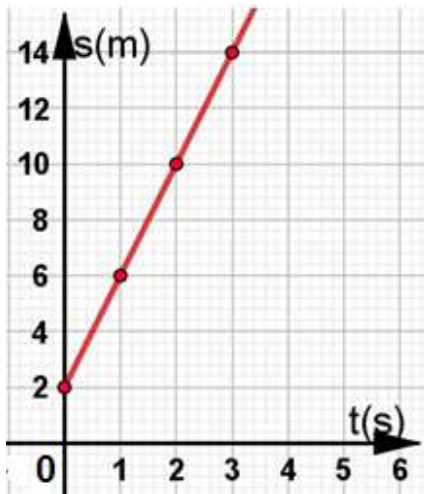
11. Na matemática se identifica que a função de posição do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) é uma função do 1º grau e que quando construímos um gráfico, resulta em uma reta. Considerando a função da posição em função do tempo definida por $S = 12 + 6.t$, e estando S e t nos padrões do sistema internacional de medidas (SI), qual dos gráficos abaixo representa corretamente esta função de $S \times t$.



12. Quando um corpo se desloca com velocidade escalar constante, podemos dizer que o seu deslocamento está em movimento uniforme e de acordo com o sinal desta velocidade escalar o movimento pode ser classificado em Movimento Progressivo, se $V > 0$ ou Movimento Retrógado, se $V < 0$. Indique qual plano cartesiano relacionado abaixo representa corretamente a relação da velocidade em função do tempo (Gráfico $V \times t$) descrito pela função horária $S = 20 - 10.t$, sendo S medido em km e t em horas.



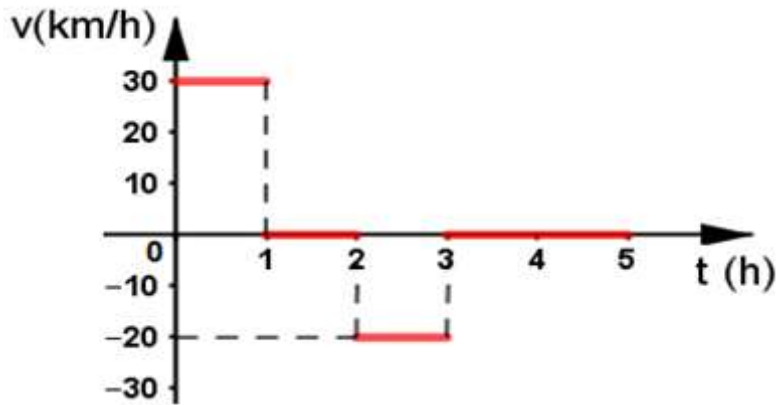
13. A função horária das posições para o movimento uniforme é representada por $S = S_0 + V \cdot t$ ou matematicamente dizemos que $S = f(x)$, portanto é uma função do 1º grau que também pode ser expresso pela fórmula $f(x) = b + ax$. Sabemos que uma função do 1º grau pode ser representada graficamente conforme a seguir.



Analisando o gráfico determine a sua correspondente função horária de posição.

- A) $S = 2 + 14 \cdot t$
- B) $S = 2 + 4 \cdot t$
- C) $S = 2 \cdot t$
- D) $S = 4 \cdot t$
- E) $S = 2 - 4 \cdot t$
- F) Não sei responder

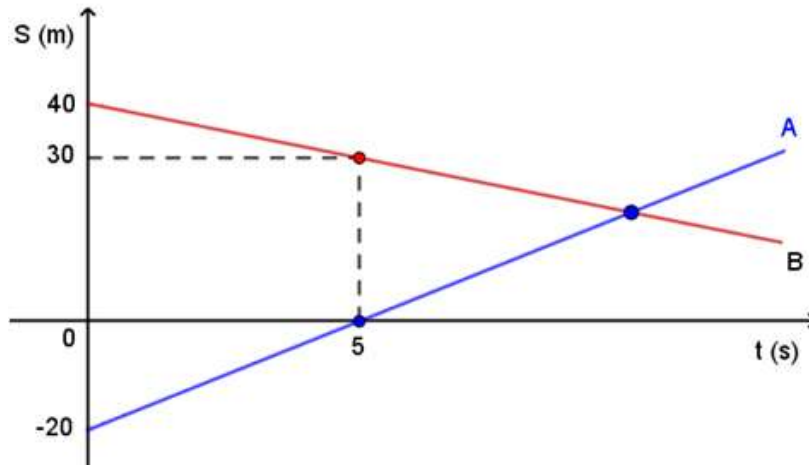
14. (UFPE) A figura mostra um gráfico da velocidade em função do tempo de um veículo que realiza um movimento composto de movimentos retilíneos uniformes.



Calcule a velocidade média do veículo no intervalo de $t = 0$ até $t = 5$ h, em km/h.

- A) 30 km/h
- B) 10 km/h
- C) 5 km/h
- D) 2 km/h
- E) -20 km/h
- F) não sei responder

15. Dois móveis, A e B, deslocam-se numa mesma reta. Suas posições, em função do tempo, estão registradas no gráfico.

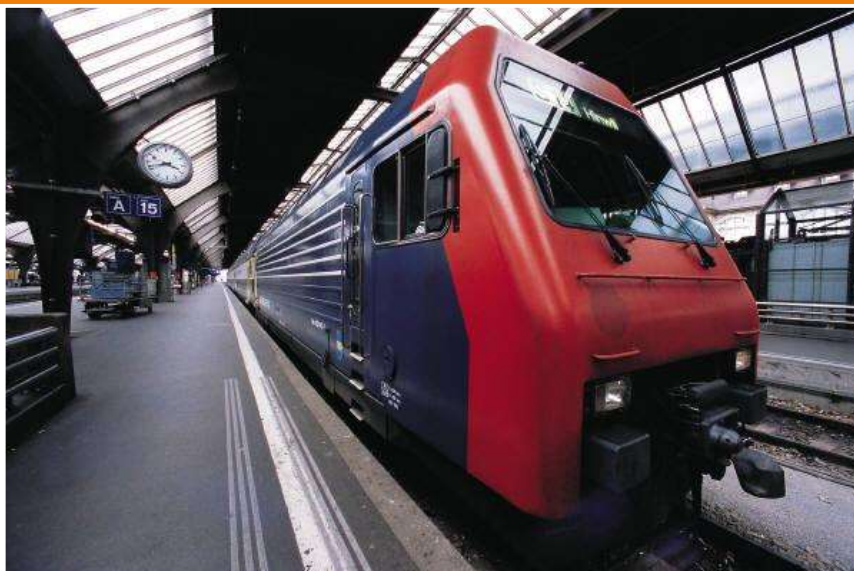


Com base no gráfico, o encontro dos móveis A e B dão-se no instante de:

- A) 5 s
- B) 8 s
- C) 10 s
- D) 20 s
- E) 30 s
- F) não sei responder

APÊNDICE D – MATERIAL INSTRUCIONAL

**UMA UEPS PARA O ENSINO DE MOVIMENTO
UNIFORME/FUNÇÃO AFIM A PARTIR DA
CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE GRÁFICOS**



CADERNO DO PROFESSOR

Sebastião Almeida Mota
D. Sc. Marcia Regina Santana Pereira.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

**UMA UEPS PARA O ENSINO DE MOVIMENTO UNIFORME/FUNÇÃO AFIM A
PARTIR DA CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE GRÁFICOS**

SEBASTIÃO ALMEIDA MOTA
MARCIA REGINA SANTANA PEREIRA.

Vitória

2021

Lista de Quadros

Quadro 2.2.1 - Classificação de um Móvel: Ponto material x Corpo Extenso.	8
Quadro 2.2.2 - Conceitos básicos de cinemática para o estudo do MU.	8

Lista de Figuras

Figura 2.2.1 - Movimento Progressivo ou Movimento Retrógrado.....	9
Figura 2.4.1 - Regra de conversão de unidade de medidas de km/h para m/s e vice versa.....	14
Figura 2.5.1 - Plano Cartesiano.....	17
Figura 2.5.2 - Trajetória Orientada da posição em função do tempo.	18
Figura 2.5.3 - Análise de Gráfico S x t no MU.	19
Figura 2.5.4 - Situação problema representado pelo gráfico S x t no MU.	20
Figura 2.5.5 - Gráfico S x t no MU destacando a Inclinação da reta.	21
Figura 2.5.6 - Gráfico S x t no MU - Exemplo de como determinar a velocidade média.....	22
Figura 2.5.7 - Gráfico S x t na tela do software GeoGebra demonstrando o uso dos coeficientes de uma função horária.....	23
Figura 2.5.8 - Gráfico V x t no MU.....	24
Figura 2.5.9 - Leitura e interpretação de um gráfico V x t no MU.	24
Figura 2.6.1 - Aparato experimental montado para estudo do MRU.	29
Figura 2.7.1 - Gráfico S x t no MU cumprido em várias etapas.	31
Figura 2.7.2 - Gráfico V x t com velocidade constante.	32
Figura 2.7.3 - Representação do deslocamento realizado pelo corpo em um gráfico V x t no MU.....	32
Figura 2.8.1 - Mapa da Avenida Brasília que liga os bairros Porto Canoa e Serra Dourada II.....	39
Figura 2.8.2 - Mapa de Localização de estabelecimentos comerciais, escolas, oficinas e outros ao longo de toda trajetória da Avenida Brasília.	40

SUMÁRIO

Apresentação	4
1. INTRODUÇÃO	5
2. O ESTUDO DO MOVIMENTO UNIFORME NO ENSINO MEDIO	6
2.1. Apresentação da Pesquisa e Pré-Teste I.....	6
2.2. Conceituar velocidade média e instrumentalizar conceitos básicos de cinemática.....	7
2.3. Diversificar diferentes representações de dados $S \times t$ no MU.....	10
2.4. Discutir o conteúdo definindo MU e descrever uma função horária de $S \times t$	12
2.5. Interpretação de gráficos $S \times t$ e $V \times t$ por aplicativo GeoGebra.....	17
2.5.1 - Plano Cartesiano: Construção e Análise Gráfica.....	17
2.5.2 - Leitura e Interpretação de Gráficos	19
2.5.3 - Uso do Software GeoGebra.....	23
2.5.4 - Gráfico $V \times t$ no MU.	24
2.6. Atividade Experimental.....	29
2.7. Análise de gráficos cumpridos em várias etapas e encontro de dois móveis... ..	30
2.7.1 - Como determinar o deslocamento realizado pelo corpo em um Gráfico $S \times t$	32
2.7.2 - Encontro de dois Móveis.....	33
2.8. Utilização de gráfico de linhas para representar a evolução temporal da posição em função do tempo	39
2.9. Aplicação do Pós-Teste	41
REFERÊNCIAS	41
ANEXO I	43
ANEXO II	44
ANEXO III	46
ANEXO IV	49

APRESENTAÇÃO

Este é o Produto da Dissertação de Mestrado de Sebastião Almeida Mota, orientado pela professora Dra. Marcia Regina Santana Pereira, que foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo.

O material instrucional (MI) aborda o estudo do Movimento Uniforme (MU) através da abordagem físico-matemático a partir da construção e análise de gráficos de linhas assim como, as suas implicações no universo escolar do aluno. O objetivo é relacionar informações do MU por diferentes formas de linguagem e representações usadas nas ciências físicas; e Perceber a aplicabilidade de uma representação gráfica para demonstrar diferentes situações ligadas ao nosso dia a dia.

O trabalho foi desenvolvido observando os pressupostos da teoria da Aprendizagem significativa de (TAS) de David Ausubel (1968, 1978 e 1980) sobre a perspectiva de Moreira (1985) e ainda pelas contribuições de Moreira (2011) na construção e elaboração de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

O produto educacional foi aplicado aos alunos matriculados no 1º ano do Ensino Médio da escola Estadual de Ensino Médio Professora “Hilda Miranda Nascimento” localizada no Bairro Porto Canoa Município de Serra/ES. O instrumento utilizado na coleta de dados consiste na aplicação de um pré-teste e pós-teste de caráter quantitativo com foco no conteúdo e na aprendizagem do aluno cabendo o professor avaliar se o material é ou não potencialmente significativo, por isso será adotado ainda o acompanhamento das atividades propostas ao longo da sequência.

Para a realização deste estudo, sugere-se que seja aplicado de forma interdisciplinar entre os professores de física e matemática relacionando o ensino de MU e função Afim em diferentes campos da ciência de forma simples é objetiva, possibilitando aos alunos à compreensão dos conceitos físicos e paralelamente a modelação de equações como, por exemplo, a descrição da função horária, identificando características próprias por meio de suas variáveis e representando-a através do plano cartesiano por diferentes posições em função do tempo um gráfico no MU.

1. INTRODUÇÃO

A cinemática é um ramo da mecânica, um conteúdo que está presente nos currículos do Ensino Médio e que estuda os movimentos sem se importar com suas causas. Na matriz curricular da Secretária de Estado da Educação do Estado do Espírito Santo – SEDU, segundo Espírito Santo (2018, p. 107) um dos objetivos do estudo da cinemática e trabalhar a “Descrição, quantificação e interpretação dos movimentos uniforme e variado nas diferentes linguagens (texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas, etc.)”.

Contudo, no ensino de física a cinemática pode representar para o aluno o seu primeiro contato com os conhecimentos físicos é para Cavalcante (Acesso em 26 de Out. 2019), o que mais interfere no ensino-aprendizagem é a “falta de conhecimentos básicos em leitura e interpretações de textos, e as dificuldades com a matemática básica”.

No que diz respeito ao estudo destes movimentos, se faz necessário fazer uma revisão de grandezas, assim como os conceitos de trajetória, posição, referencial, intervalo de tempo e até mesmo velocidade média, buscando destacar os seus conceitos físicos e suas representações por meio de uma linguagem matemática, por exemplo, a definição do cálculo de velocidade média nos remete a ideia de uma função horária ou função Afim.

Na função horária, as variáveis $S \times t$ e $V \times t$, podem ser descritas por meio de gráficos de linhas ou textualmente objetivando a facilitação da descrição e da análise de dados para certos tipos de movimentos, assim como a compreensão por parte dos alunos das diferentes grandezas físicas.

2. O ESTUDO DO MOVIMENTO UNIFORME NO ENSINO MÉDIO

A seguir apresento uma sequência de aulas proposta para o estudo do Movimento Uniforme, baseadas em uma UEPS segundo a proposta e etapas sugeridas por Moreira (2011).

Utilizarei ainda, a figura indicativa do professor com o nome Física para exemplificar que a aula prevista pode ser dada pelo professor de física ou o nome Física/Matemática para indicar que o conteúdo/atividade é interdisciplinar e pode ser dada pelo professor de física ou matemática de forma concomitante.



Física



Física/
Matemática

2.1. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA E PRÉ-TESTE I

OBJETIVOS DA AULA:



Física

- (a) apresentar para os alunos o objetivo da aula e a metodologia a ser adotada.
- (b) Aplicar o pré-teste.
- (c) disponibilizar a leitura de um texto sobre velocidade média.

Inicialmente, o professor deverá apresentar aos alunos ao qual se destina as aulas do MI a proposta das aulas e a metodologia a ser utilizada enfatizando a importância do estudo da cinemática. Na sequência o pré-teste (APÊNDICE B) será entregue pelo professor aos alunos onde o mesmo deverá enfatizar que o resultado desta avaliação **NÃO** será computado em sua nota.

O pré-teste consiste em um questionário com algumas perguntas discursiva e objetiva que tem o objetivo de investigar se o aluno possui algum conhecimento prévio sobre temas de Física Clássica, em específico a cinemática investigando as diferentes formas de representar um movimento uniforme (MU) como exemplo, a utilização e representação de dados em gráficos de linhas e tabelas, assim como a

leitura destes dados por meio da descrição matemática que relaciona a posição ou velocidade em função do tempo de um corpo em movimento.

Após responder o pré-teste, o professor deverá disponibilizar um texto sobre “Velocidade” (ANEXO I) disponível no livro didático de FÍSICA volume 1 do autor Artuso e Wrublewski (2013, p. 34) e orientar os alunos para que façam uma leitura previa em casa do texto, pois o mesmo será discutido na próxima aula.

Observação ao professor: O pré-teste possui 16 perguntas das quais a questão de 01 a 04 deverão ser entregue ao aluno separadamente no primeiro momento e somente após o aluno realizar as quatro questões iniciais é que o professor disponibilizará as demais questões de 05 a 16, pois a questão 04 busca identificar se os alunos reconhece o gráfico de linhas como uma forma diferente e eficiente de representar os dados contidos na trajetória ou tabela da posição versus tempo contido no seu enunciado e, portanto, há algumas questões de 05 a 16 que podem de certa forma influenciar nas respostas dos alunos uma vez que apresentam alguns gráficos.

2.2. CONCEITUAR VELOCIDADE MÉDIA E INSTRUMENTALIZAR CONCEITOS BÁSICOS DE CINEMÁTICA

OBJETIVOS DA AULA:



Física

- (a) Introduzir o conceito e aplicações da cinemática.
- (b) Descrever e representar conceitos de distância, intervalo de tempo, trajetória, deslocamento, referencial e velocidade média.
- (c) Fazer uso da tecnologia para propor uma situação problema inicial.

Inicialmente o professor irá apresentar aos alunos uma introdução sobre o estudo da cinemática como parte da mecânica que tem como objetivo o estudo do movimento dos corpos e que faz uso da matemática para representa-la em diferentes formas de linguagens. Em seguida, deve-se classificar o móvel como ponto material (partícula)

ou corpo extenso (Quadro 2.2.1) e dar o conceito de referencial, trajetória, espaço, movimento ou repouso e deslocamento escalar (Quadro 2.2.2).

Quadro 2.2.1 - Classificação de um Móvel: Ponto material x Corpo Extenso.

Móvel	
Ponto material ou partícula	Corpo extenso
É todo corpo cujas dimensões podem ser desprezadas em relação às distâncias envolvidas. Alguns exemplos: A Terra movendo-se em torno do Sol; um caminhão que viaja entre duas cidades distantes; uma balsa que se move ao longo de um rio etc.	É todo corpo cujas dimensões são comparáveis às escalas envolvidas. Nesse caso, elas não podem ser desprezadas. Alguns exemplos: A Terra em relação à Lua; o movimento de um caminhão saindo de uma garagem; uma pessoa entrando em uma balsa etc.

Fonte: (HELERBROCK, acesso em 20 de fev. 2021).

Quadro 2.2.2 - Conceitos básicos de cinemática para o estudo do MU.

<p>Referencial é um corpo ou uma posição de referência utilizada para identificar se um corpo está em movimento ou em repouso em relação a esse referencial.</p> <p>Trajétória é o lugar geométrico das diversas posições ocupadas por um corpo em movimento em relação a um referencial.</p> <p>Espaço (S) é uma grandeza escalar que permite localizar um ponto material em uma trajetória conhecida que possui origem e orientação.</p> <p>Repouso: Sempre que um corpo mantiver sua posição constante em relação a algum referencial, diremos que esse corpo encontra-se parado em relação a ele.</p> <p>Movimento: Quando a posição de um corpo mudar em relação a um dado referencial, diremos que esse corpo encontra-se em movimento em relação a esse referencial.</p> <p>Deslocamento escalar (Δs) – é uma grandeza escalar que representa a variação do espaço de um corpo em uma trajetória, em certo intervalo de tempo.</p> <p>Distância percorrida (d) – é a soma dos módulos dos deslocamentos parciais realizados pelo corpo.</p>

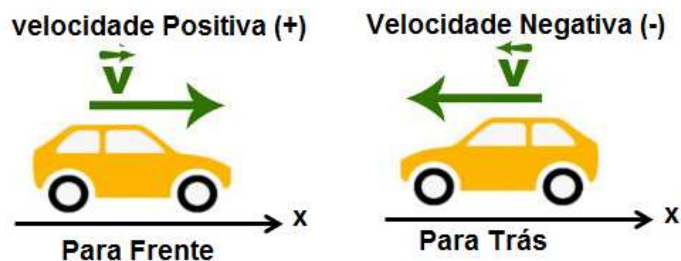
Fonte: (FUKUI; MOLINA; VÊNE, 2016, p. 44-45).

Dado as definições e exemplos dos conceitos básicos da cinemática o professor deverá discutir o texto (ANEXO I) com os alunos com o objetivo de conceituar velocidade média e em seguida diferenciar através da velocidade se o movimento é progressivo ou retrógrado.

O que é velocidade escalar média? Vale lembrar aos alunos sobre a leitura feita do texto sobre velocidade que foi proposto na aula anterior. Neste texto, o autor procura enfatizar os conhecimentos de velocidade média (rapidez do móvel) como uma grandeza física que pode ser determinada pelo quociente entre distância percorrida e intervalo de tempo que ele demora em percorrê-la, de forma a expressá-la matematicamente por $V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, sendo V uma variável dependente da variação de ΔS e Δt .

Observação: De acordo com o sinal da velocidade escalar o movimento de um corpo pode ser classificado em Movimento Progressivo ou Movimento Retrógrado, conforme a ilustrado na Figura 2.2.1.

Figura 2.2.1 - Movimento Progressivo ou Movimento Retrógrado.
Progressivo x Retrógrado



Fonte: (JÚNIOR, acesso em 29 de out. 2019). Adaptada pelo autor.

$V > 0 \rightarrow$ O movimento progressivo (a favor da orientação da trajetória).

$V < 0 \rightarrow$ O movimento retrógrado ou regressivo (contra a orientação da trajetória).

Conceituando velocidade média, o movimento progressivo e o retrógrado, o professor irá propor à atividade (ANEXO II) onde os alunos serão orientados a responder algumas perguntas relacionadas ao seu cotidiano através da pesquisa realizada no

laboratório de informática da escola por meio de um computador ou celular conectado a internet na página do Google Maps conforme orientado na atividade.



A possibilidade de navegação na página do Google Maps será um instrumento que poderá auxiliar os alunos em suas respostas além de ser um facilitador para que os mesmos com orientação do professor revisem o conceito físico de referencial, trajetória, deslocamento, posição numa trajetória, distância percorrida, intervalo de tempo, e velocidade média trabalhados na aula.

2.3. DIVERSIFICAR DIFERENTES REPRESENTAÇÕES DE DADOS S X T NO MU.

OBJETIVOS DA AULA:



Física

- (a) Coletar os dados da atividade realizada em casa pelos alunos.
- (b) Revisar com os alunos os dados coletados e as conversões de unidade de medidas.
- (c) Discutir com os alunos as diferentes formas de representar dados da posição em função do tempo.

Considerando a atividade realizada na aula anterior e as anotações feitas pelos alunos na tabela da questão 04 (ANEXO II) propostos para casa, devemos socializar os resultados encontrados procurando reforçar conceitos da física através dos dados coletados.

Para nos orientar melhor vamos discutir algumas questões propostas a seguir:

01. Qual é o tempo total gasto em segundos para você fazer todo o trajeto?

02. Considerando as informações da tabela (Questão 04 do Anexo II), qual foi velocidade média (rapidez média) gasta no seu percurso em m/s?

03. Compare a velocidade média calculada na questão 02 com o resultado da velocidade média encontrado na aula anterior (item **d** da questão 2 no Anexo II) e socialize as suas respostas.

04. Quais foram as diferentes formas utilizadas até o momento para organizar os dados coletados nas atividades?

Nesta questão devem-se abordar com os alunos as diferentes formas de representação utilizadas até o momento (a reta orientada – vetor e a tabela) como uma forma de organização dos dados coletados e em seguida destacar que estas representações foram utilizadas para demonstrar as diferentes posições de uma pessoa em determinados instantes de tempo ao longo de todo o trajeto que o levou para casa/escola.

Na sequência, o professor deverá trabalhar a questão 05 a seguir com os alunos destacando que este item é semelhante à pergunta 04 proposta no pré-teste inicialmente.

05. Além destas representações utilizadas existe alguma outra forma mais simples de representar a posição de um móvel em função do tempo? Se sim, qual?

O professor pode apresentar aos alunos o plano cartesiano de coordenadas $S \times t$ com seus respectivos pares ordenados obtidos através da tabela da atividade 04 demonstrando por uma reta entre os pontos as diferentes posições do móvel em função do tempo. Em seguida, a atividade será recolhida pelo professor para análises dos resultados.

2.4. DISCUTIR O CONTEÚDO DEFININDO MU E DESCRIVER UMA FUNÇÃO HORÁRIA DE S X T.

OBJETIVOS DA AULA:



Física

- (a) definir MU e MRU.
- (b) identificar e descrever uma função horária.
- (c) Propor exercícios.

Na cinemática estuda-se os movimentos dos corpos seja este corpo um trem, ou um carro, ou uma pessoa, ou uma formiga, onde todos serão analisados de acordo com o movimento que ele executa e não nos preocupamos com as dimensões deste corpo se ele é grande ou pequeno.

Segundo Bonjorno et al. (2013, p. 43):

“Quando este movimento apresenta uma velocidade escalar constante, dizemos que nesta situação de deslocamento está em movimento uniforme - MU, ou seja, o móvel percorrerá distâncias iguais em intervalos de tempo iguais. Um caso particular de MU é o que apresenta uma trajetória retilínea, chamada de Movimento retilíneo Uniforme – MRU”.



Perguntar aos alunos: Cite um movimento ou uma situação real vivenciada por você que pode ser considerada um movimento uniforme.

Ao constatar que estes movimentos possuem uma velocidade constante podemos associar a equação de velocidade a uma função horária e de forma interdisciplinar a uma função Afim.

A matemática e a física são duas ciências que andam lado a lado. Podemos afirmar que a física é uma aplicação da matemática. Há diversas áreas da física que utilizam o conceito de função para explicar alguns fenômenos como, por exemplo, o estudo da cinemática que utiliza funções do primeiro grau - função Afim.

Função é uma lei de associação ou fórmula matemática que relaciona a cada uma das variáveis independentes um único valor numérico a variável dependente.

Para descrever qualquer tipo de movimento, podemos apresentar os valores da posição do objeto ao longo do tempo, por meio de tabelas, de gráficos, por textos discursivos, por linguagem simbólica e também pela linguagem matemática.

Veja no exemplo a seguir um modelo de como representar uma função através de dados organizados em tabelas.

Situação Problema: (ARTUSO e WRUBLEWSKI, 2013, p. 55) Em uma linda manhã Laura saiu de sua casa para ir caminhar pelo bairro onde mora. A sua posição pode ser representada pelos dados da tabela a seguir:

Tempo (s)	0	1	2	3	4	5
Posição (m)	10	12	14	16	18	20

Pergunta-se:

a) Como saber se esse movimento é uniforme ou não?

b) Qual é a posição inicial em que Laura iniciou o movimento?

c) Qual é a posição de Laura no tempo de 4 segundos?

d) Estime a posição de Laura no tempo de 10 segundos.

e) Quanto tempo Laura demoraria para chegar ao ponto de 38 metros?

Inicialmente, deixe que os alunos estimem os resultados por meio dos dados apresentados na tabela, mas depois cabe lembrá-los sobre o uso de expressões matemáticas que expresse a variável dependente (S) em função da variável independente (t).

f) Qual é a relação matemática que permite estabelecer a posição de Laura caminhando em qualquer instante de tempo? Ou em qual instante de tempo Laura passa pela posição x?

Demonstração: Estando um móvel em MU, a velocidade escalar instantânea (V) coincide com a velocidade escalar média (V_m) e a descrição dos movimentos pode ser feita por meio da expressão matemática: $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, descrevendo uma função da posição de um móvel em função do tempo, onde: $\Delta S = V \cdot \Delta t$.

Considerando que $\Delta S = S - S_0$ e $\Delta t = t - t_0$, temos $S - S_0 = V \cdot (t - t_0)$ e como normalmente se faz $t_0 = 0$, temos a função Horária das posições em função do tempo definida por:

$$S = S_0 + V \cdot t$$

Onde, S é a posição do móvel no instante t qualquer, S_0 é a posição inicial, V é a velocidade média, e t o tempo decorrido ao longo do percurso.

Observação:

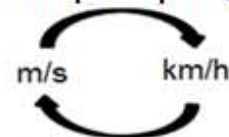
- Devemos ficar atentos às unidades de medidas da posição e do tempo.
- Neste momento da aula se faz importante que o professor discuta e demonstre para os alunos as diferentes unidades de medidas adotadas e suas conversões.
- Se for necessário converta a unidade de medida utilizando as informações da Figura 2.4.1.

Figura 2.4.1 - Regra de conversão de unidade de medidas de km/h para m/s e vice versa.

Transformando Unidades

Veja na figura uma regra simples para transformar unidades como, Km/h, para m/s e vice versa.

Multiplicar por 3,6



Dividir por 3,6

Fonte: Produzido pelo autor.

De posse dos resultados e os dados apresentados pela função horária, retome a pergunta anterior:

g) Qual é a relação matemática que permite estabelecer a posição de Laura caminhando em qualquer instante de tempo?

h) Utilizando a função horária $S = 10 + 2 \cdot t$, peça aos alunos para estimar a posição da pessoa que está caminhando no instante 10 s e 50 s.

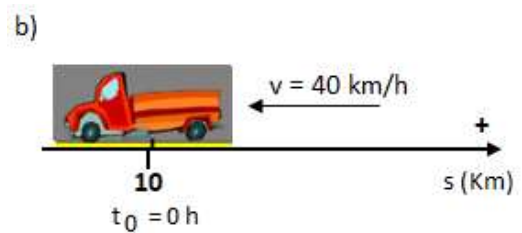
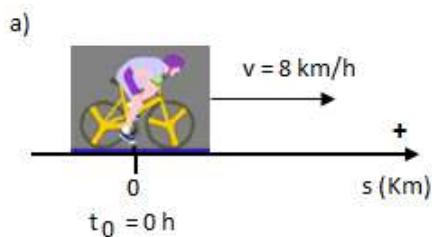


Com o objetivo de fixar o conteúdo estudado o professor poderá propor alguns exercícios em sala de aula.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Usando os conhecimentos apresentados nas aulas, responda o que se pede.

01. (PANTE - 2019) Nas figuras a seguir considere que o movimento dos corpos é uniforme. Assim sendo, escreva em cada caso, a sua respectiva função horária.



02. (PANTE - 2019) Um corpo realiza um movimento uniforme em uma trajetória retilínea. Sua posição varia de acordo com o tempo, como mostram os dados da tabela:

t (s)	0	1	2	3	4
S (m)	40	60	80	100	120

a) Determine o espaço inicial S_0 e a intensidade da velocidade V do movimento.

b) O movimento é progressivo ou retrógrado? _____

c) Qual a função horária do movimento? _____

d) Determine a posição do corpo no instante $t = 10 \text{ s}$.

03. Um corpo realiza um movimento uniforme, descrito pela equação, $S = 10 - 2.t$, sendo S medido em metros e t medidos em segundos. Determine:

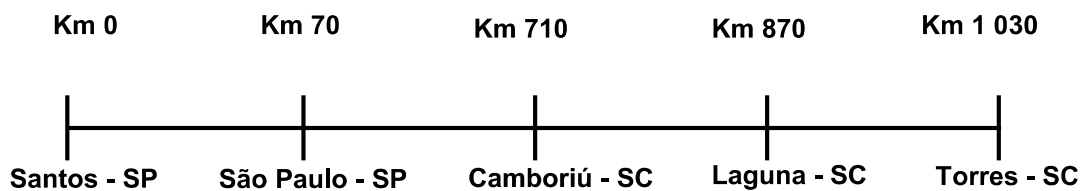
a) a posição inicial e a velocidade do movimento. _____

b) em que instante o corpo passa pela origem dos espaços.

c) a posição do corpo no instante $t = 10 \text{ s}$.

d) em que instante o corpo encontra-se na posição $S = 5 \text{ m}$.

04. (ARTUSO; WRUBLEWSKI, 2013) Para fazer a entrega de sua carga, um caminhoneiro parte de São Paulo em direção a Torres, no Rio Grande do Sul. O movimento do caminhão pode ser descrito, aproximadamente, pela equação $S = 70 + 80.t$, com a posição em quilômetros e a velocidade em quilômetros por hora. Observe o esquema abaixo com a marcação dos municípios e, sobre esse movimento, responda:



a) Qual a distância entre São Paulo e Torres? _____

b) O caminhão pode ser considerado um ponto material para esse movimento?

c) Qual é a posição inicial do caminhão? Qual foi o município tomado como origem da trajetória?

d) Qual a velocidade com que o caminhão se movimenta? _____

e) Após quanto tempo ele chegará a Torres-RS?

f) Após 8 h de viagem, em qual município o caminhão se encontra?

2.5. INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS S X T E V X T POR APLICATIVO GEOGEBRA.

OBJETIVOS DA AULA:



**Física/
Matemática**

- (a) Demonstrar a construção de gráficos no plano cartesiano;
- (b) Leitura e Interpretação de gráficos.
- (c) Determinação gráfica da velocidade ou Inclinação de uma reta no gráfico S x t.
- (d) Uso do software GeoGebra.
- (e) Exercícios Propostos

2.5.1 - Plano Cartesiano: Construção e Análise Gráfica

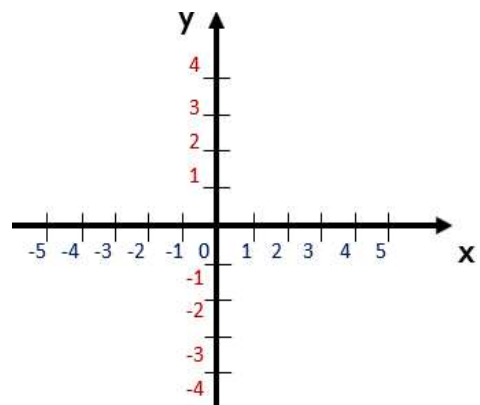
O plano cartesiano (Figura 2.5.1), é um sistema constituído de dois eixos, x e y que são perpendiculares entre si, onde o eixo x é chamado de eixo das abscissas e o eixo y é chamado de eixo das ordenadas.

Estes eixos associam os valores de x e y em forma de pares ordenados (x, y) onde y é uma variável dependente de x que é independente (conteúdo estudado em função). Além disso, o ponto de par ordenado (0, 0) é onde os eixos se cruzam e é chamado de ponto de origem.

Como visto anteriormente, a função que descreve o movimento retilíneo uniforme é dada por $S = S_0 + V.t$, já na matemática esta expressão

representa uma função do 1º grau (ou função Afim) do tipo $y = ax + b$. Cabe ao professor, fazer uma associação desta função horária obtida com o conceito de função Afim e suas aplicações no dia a dia, indicando ao aluno que é possível descrever este movimento por meio de uma representação gráfica, seja ela através de uma função horária da posição em função do tempo (função Afim), por pares

Figura 2.5.1 - Plano Cartesiano.

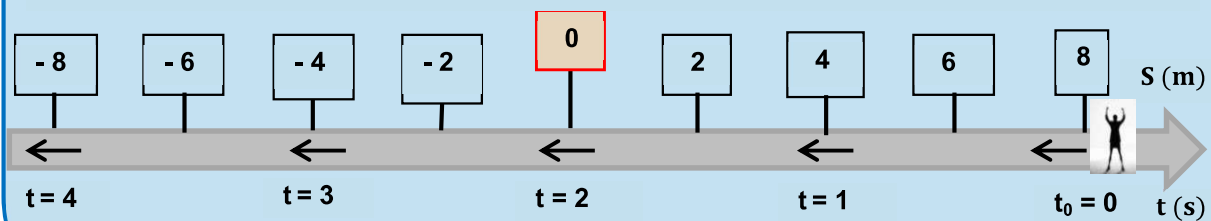


Fonte: Produzido pelo autor.

ordenados fornecida em tabelas ou por trajetórias orientadas com posições (S) em determinado instante de tempo (t).

Vejamos no exemplo a seguir como isso poderá ser trabalhado em sala de aula: Suponha que você deseja descrever o movimento uniforme de uma pessoa a partir do momento em que se encontra a 8 m depois de uma posição de referência e que está se movendo no sentido negativo da trajetória, com relação a essa mesma referência, a -4 m/s, conforme pode ser representado pelo esquema a seguir na Figura 2.5.2.

Figura 2.5.2 - Trajetória Orientada da posição em função do tempo.



Fonte: Produzido pelo autor.

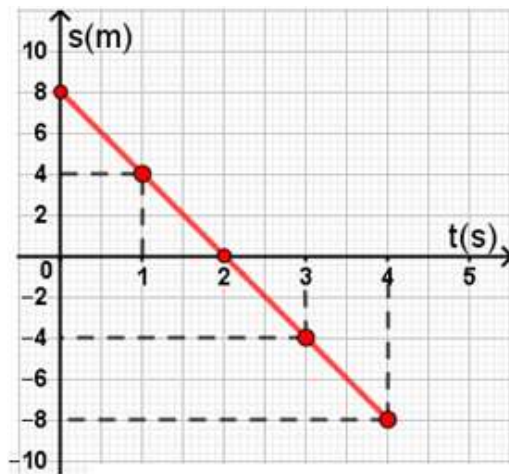
Sabemos que além deste breve relato do enunciado que faz uma descrição do movimento realizado pela pessoa ou de um móvel qualquer e a trajetória orientada (Figura 2.5.2) que serve como um esquema visual para representar o deslocamento efetivado, ainda há outras ferramentas eficientes que podem explorar certas características do movimento pela construção de um gráfico $S \times t$ (Figura 2.5.3) de um movimento uniforme o que evidencia o ensino da matemática e da física de forma articulada e não isolada.

Observe que para a construção deste gráfico partimos da origem dos eixos cartesianos de forma que marcamos os valores do tempo (t) no eixo x – variáveis independentes - e os valores das posições (S) no eixo y – variáveis dependentes. Em seguida localizamos no plano cartesiano (Figura 2.5.3) as posições da pessoa em cada instante de tempo e traçamos uma linha entre os pontos obtidos.

Análise dos dados contidos no gráfico da Figura 2.5.3:

- Observamos que os valores de t variam de 0 a 4 segundos, onde no instante $t = 0$ s, a posição do corpo é $S = 8$ m, ou seja, a posição inicial é $S_0 = 8$ m.

Figura 2.5.3 - Análise de Gráfico S x t no MU.



Fonte: Produzido pelo autor.

- No instante $t = 2$ s, a pessoa passa pela origem dos espaços ($S = 0$ m) até o instante 4 s, onde sua posição é de $S = -8$ m, mantendo uma velocidade constante de módulo igual a -4 m/s.
- A trajetória pode ser descrita pela seguinte função horária $S = 8 - 4.t$.
- Quanto ao deslocamento da pessoa, ele é contrário ao da trajetória, passando pelo marco zero no instante 2 s, é, portanto, um movimento retrógrado.

Como observado o recurso gráfico é muito utilizado para representar relações entre grandezas. Para Giovanni, Bonjorno e Giovanni Jr, (1994, p. 41), o “gráfico tem a vantagem da comunicação visual imediata, isto é, com a prática, basta olharmos o gráfico de uma função para dele retirarmos informações importantes”.

2.5.2 - Leitura e Interpretação de Gráficos



Neste tópico, vale ressaltar aos alunos a importância de saber compreender e interpretar as informações apresentadas em gráficos de linhas, sendo este um instrumento útil capaz de expressar diferentes informações de fenômenos que estão diretamente ligados aos conceitos físicos do nosso cotidiano. Este instrumento permite ainda a exposição de informações de um determinado tipo de movimento como, por exemplo, de MRU por uma nova linguagem.

O gráfico de linha é construído por meio de um plano cartesiano onde se traça uma linha pelos pares ordenados com o objetivo de sinalizar a localização da posição de um móvel em cada instante de tempo é conseqüentemente se o resultado for uma reta este gráfico é representado pela descrição matemática como uma função Afim de domínio real.

A utilização de gráficos é fundamental para familiarizar os estudantes a uma linguagem científica. Para Artuso e Wrublewski (2013, p. 40) “a interpretação de um

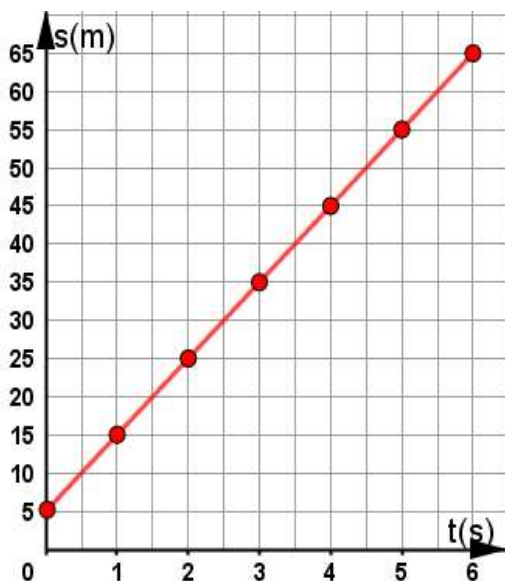
gráfico deve ser priorizada quanto a sua construção manual, pelo fato de esta se caracterizar por uma atividade procedimental, na qual se aplica algumas vezes uma expressão”.

Veja o exemplo: Uma pessoa caminhando, pode ter sua posição representada pelos dados da tabela a seguir:

Tempo t (s)	0	1	2	3	4	5	6
Posição S (m)	5	15	25	35	45	55	65

Buscando um tratamento mais abstrato da Física, apresentaremos os pares ordenados (dispostos na tabela, do nosso exemplo) em um gráfico da posição (S) pelo tempo (t) conforme a Figura 2.5.4.

Figura 2.5.4 - Situação problema representado pelo gráfico S x t no MU.



Fonte: Produzido pelo autor.

Analizando o gráfico, observamos que:

- Em $t = 0$ s, a posição da pessoa é $S = 5$ m.
- No instante 1s, a posição da pessoa é $S = 15$ m e assim por diante até o instante 6 s, onde a posição é de 65 m, mantendo uma velocidade constante, ou seja, a pessoa manteve uma trajetória Retilínea (em linha reta).
- Quanto ao deslocamento da pessoa, ele é a favor da trajetória é, portanto, um movimento progressivo.

Qual seria a função horária das posições?



Para responder esta pergunta vamos pensar que esta função pode ser representada por uma fórmula matemática capaz de descrever em qualquer instante de tempo as posições do móvel.

Observa-se que a função horária de um MU é uma função do 1º grau, então seu gráfico será sempre uma reta e na matemática esta equação da reta é do tipo

$y = ax + b$, estabelecendo uma semelhança com a função $S = S_0 + V.t$, onde a posição inicial (S_0) é correspondente ao coeficiente linear (b) e a velocidade (V) é correspondente ao coeficiente angular (a) de uma função $f(t)$.

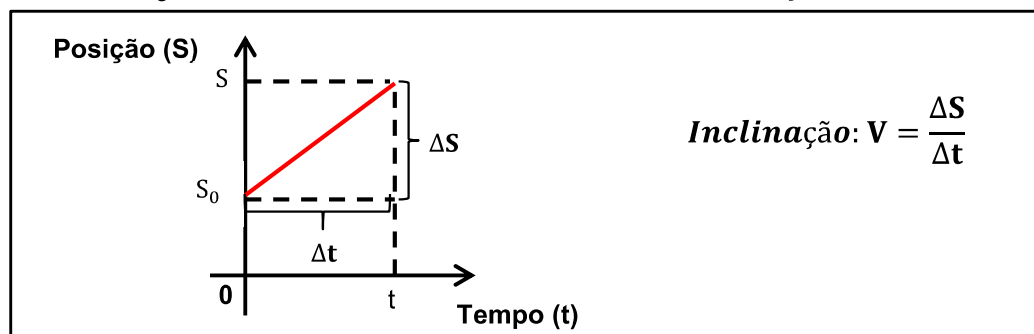
Determinação da posição inicial:

- S_0 : Posição do móvel no instante $t_0 = 0$, chamada posição inicial ou espaço inicial;
- S : Posição do móvel no instante qualquer t ;
- Com estas informações podemos dizer que (Figura 2.5.4), no $t = 0$ s a posição é 5 m, ou seja, a posição $S_0 = 5$ m.

Determinação gráfica da velocidade ou Inclinação de uma reta no gráfico $S \times t$.

A Inclinação da reta de um gráfico é a razão entre variações das grandezas representadas em cada um dos eixos coordenados e pode ser definida pela relação equivalente a da velocidade média, onde: $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, conforme apresentado na figura 2.5.5.

Figura 2.5.5 - Gráfico $S \times t$ no MU destacando a Inclinação da reta.



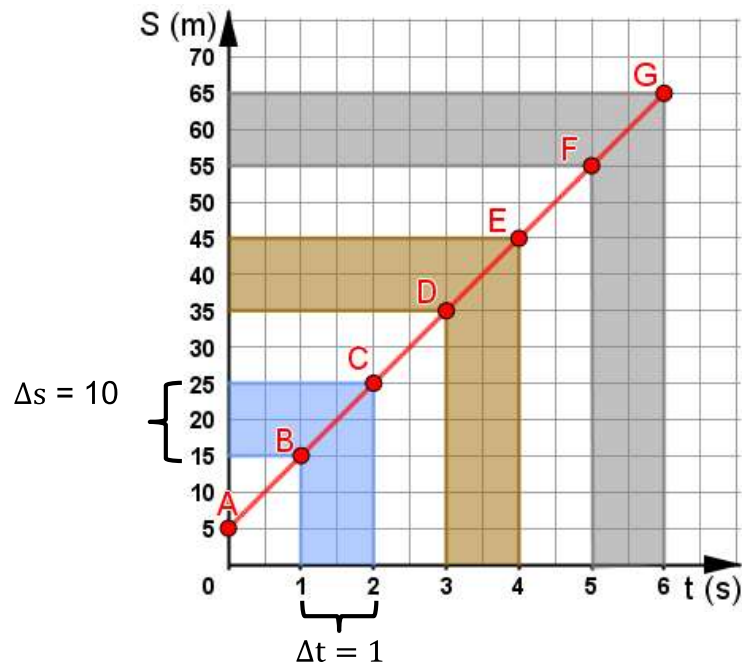
Fonte: Produzido pelo autor.

Como exemplo, podemos determinar a velocidade da pessoa caminhando conforme foi proposto no exemplo anterior (Figura 2.5.4).

Como o gráfico é uma reta, devemos observar no gráfico que qualquer deslocamento que realizarmos no gráfico, a velocidade terá o mesmo valor, por se tratar de MU.

Portanto, indicamos como exemplo, uma sequência de pontos na reta (Figura 2.5.6) que denominamos por A, B, C, D, E, F e G conforme o gráfico a seguir, onde pode ser observado que:

Figura 2.5.6 - Gráfico S x t no MU - Exemplo de como determinar a velocidade média.



Fonte: Produzido pelo autor.

De A para B: encontramos $\Delta s = 10$ m e para $\Delta t = 1$ s.
 De B para C: encontramos $\Delta s = 10$ m e para $\Delta t = 1$ s.
 De C para D: encontramos $\Delta s = 10$ m e para $\Delta t = 1$ s.
 De D para E: encontramos $\Delta s = 10$ m e para $\Delta t = 1$ s.
 De E para F: encontramos $\Delta s = 10$ m e para $\Delta t = 1$ s.
 De F para G: encontramos $\Delta s = 10$ m e para $\Delta t = 1$ s.

Calculando a velocidade para estes deslocamentos encontramos sempre o mesmo valor:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \leftrightarrow \frac{10}{1} = 10 \text{ m/s}$$

Observe que se escolhermos qualquer outro deslocamento e o seu respectivo intervalo de tempo obtemos sempre o mesmo valor, exemplo de A para G.

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \leftrightarrow \frac{65 - 5}{6 - 0} = \frac{60}{6} = 10 \text{ m/s}$$

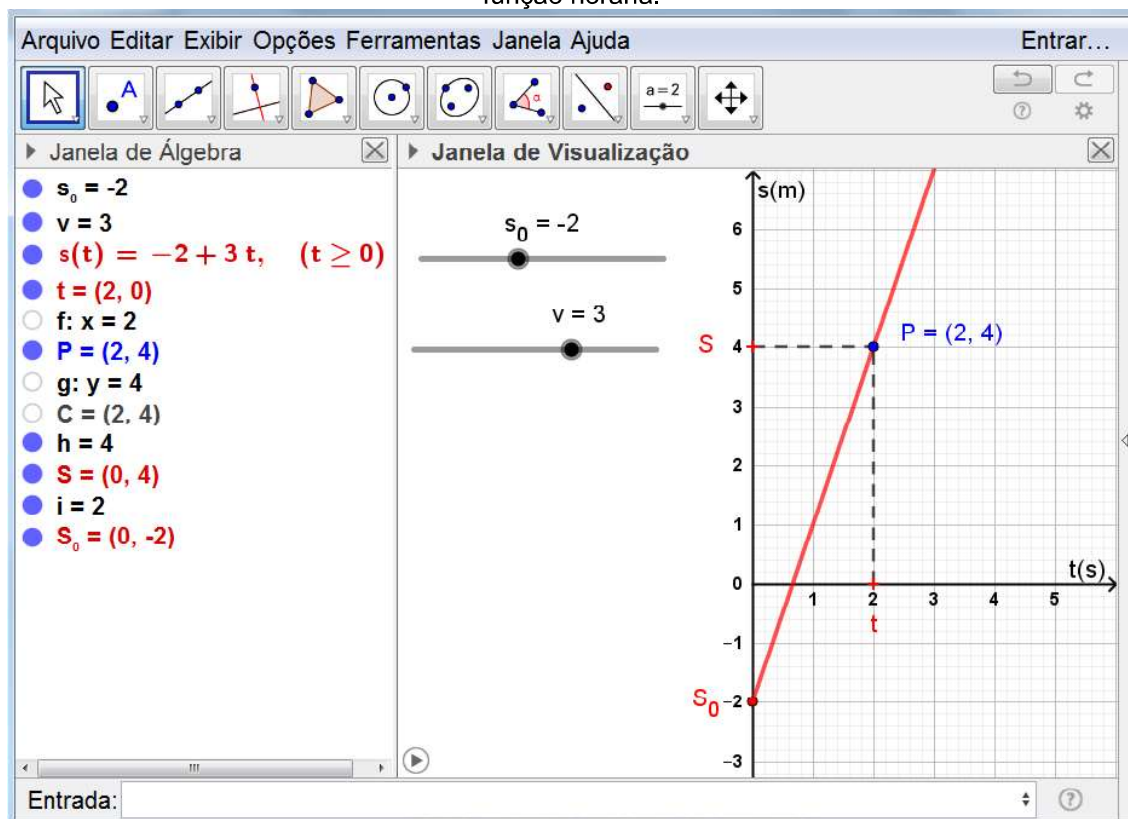
Logo, se a função horária da posição em função do tempo é definida por $S = S_0 + V.t$, é a posição inicial é $S_0 = 5$ m e a velocidade $V = 10$ m/s, temos na cinemática a função $S = f(t)$ representada por: $S = 5 + 10t$ ou na matemática $y = 10x + 5$, sendo 5 m o coeficiente linear e 10 m/s o coeficiente angular.

Vale a pena observar que se construirmos duas ou mais retas no mesmo plano cartesiano de forma que possuem posições iniciais iguais, quanto maior for o seu ângulo de inclinação, maior será sua velocidade.

2.5.3 - Uso do Software GeoGebra¹

Para melhor explicar a importância do coeficiente angular e linear da função será utilizado o software GeoGebra onde é possível manipular diferentes valores para os coeficientes s_0 e v (Figura 2.5.7) de uma função horária além de permitir por meio de uma simulação demonstrar diferentes posições do móvel em cada instante de tempo. Neste gráfico é possível conceituar melhor o conteúdo abordado observando as aplicações na física de um conceito matemático através da representação do domínio e a imagem de uma função, sendo possível alterar a inclinação da reta apenas pelo coeficiente angular representado pela velocidade escalar média.

Figura 2.5.7 - Gráfico $S \times t$ na tela do software GeoGebra demonstrando o uso dos coeficientes de uma função horária.



Fonte: Produzido pelo autor.

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

Para trabalhar com os alunos em sala de aula o professor poderá ele próprio de forma gratuita instalar no computador o software GeoGebra² e através do software criar um modelo de função utilizando as variáveis $S = S_0 + V \cdot t$ (conforme apresentado na Figura 2.5.7) ou utilizar o modelo criado pelo autor que está disponível no link: <<https://www.geogebra.org/m/kmtnfk8k>>.

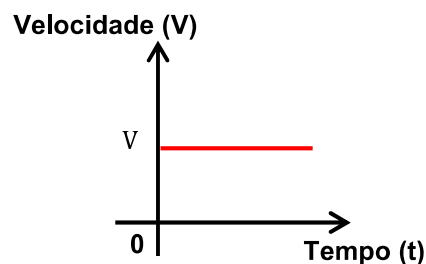


2.5.4 - Gráfico V x t no MU.

Outra representação gráfica utilizada para o ensino de MRU e o gráfico da velocidade em função do tempo (V x t). Considerando que o tipo de movimento é o MU, ou seja, aquele que possui velocidade constante, então se pode dizer que a sua representação gráfica V x t é uma reta paralela ao eixo x, conforme indicado na Figura 2.5.8.

Lembramos que o valor de velocidade nos fornece uma informação importante para sabermos se o movimento é progressivo ou retrógrado.

Figura 2.5.8 - Gráfico V x t no MU.



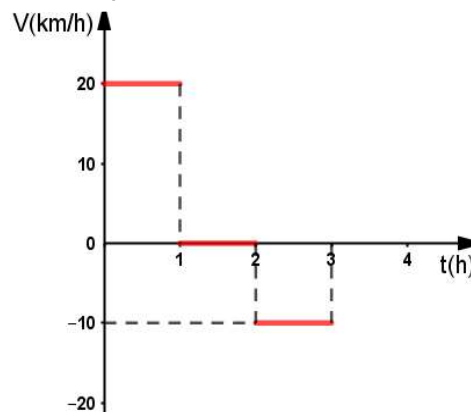
Fonte: Produzido pelo autor.

Veja o exemplo na Figura 2.5.9: O gráfico da variação da velocidade de um veículo ao longo de um intervalo de tempo definido.

De acordo com as informações contidas no gráfico V x t (Figura 2.5.9), podemos observar que:

- No intervalo de 0 a 1 hora a velocidade do veículo era de 20 km/h, portanto o veículo apresenta um movimento progressivo.
- No intervalo de 1 h a 2 h a velocidade do veículo era de 0 km/h, portanto o

Figura 2.5.9 - Leitura e interpretação de um gráfico V x t no MU.



Fonte: Produzido pelo autor.

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

veículo estava parado não apresentando nenhum tipo de movimento;

- No intervalo de 2 h a 3 h a velocidade do veículo era de - 10 km/h, portanto o veículo apresenta um movimento retrógrado.



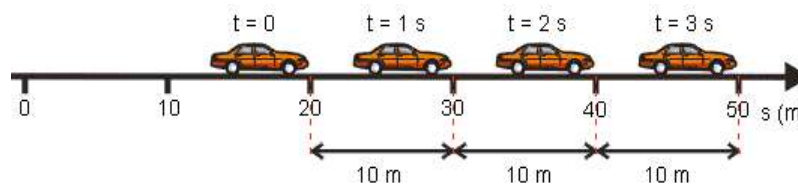
Para fixar as ideias e retomar o conteúdo apresentado nesta aula o professor poderá propor alguns exercícios em sala de aula.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Prezado aluno, a partir das informações recebidas na aula sobre leitura e interpretação de gráficos resolva as questões a seguir.

01. Na física o conteúdo de Cinemática procura descrever os movimentos dos corpos. Para descrevermos este movimento devemos conhecer os instantes em que o corpo passa por diferentes posições ao longo de sua trajetória, como por exemplo, está sendo descrito pela trajetória do carro na figura a seguir:

Figura: trajetória de um carro em diferentes posições de tempos



Com o objetivo de facilitar a leitura da posição do carro em seus respectivos instantes durante toda esta trajetória apresentados na figura, represente:

a) Em uma tabela $S \times t$ as diferentes posições em metros com seus respectivos tempos em segundos.

b) Graficamente estes dados por meio de um plano cartesiano $S \times t$.

c) O valor da posição inicial (S_0) e o valor de velocidade (V).

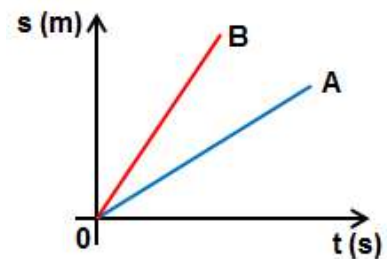
d) A função horária das posições. _____

e) Qual seria sua posição no instante de 5 segundos?

f) Quantos segundos este carro levaria para chegar à posição de 150 m?

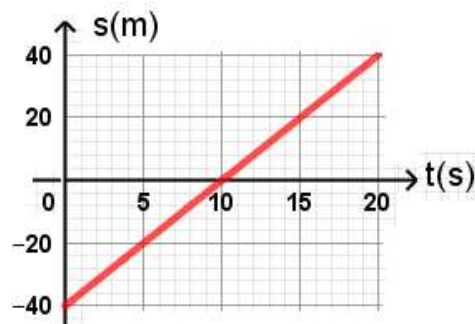
02. (BONJORNO et al. - 2013) O gráfico representa a posição de dois móveis em função do tempo.

a) Os móveis A e B realizam um movimento Uniforme?
Justifique sua resposta.



b) Qual dos móveis tem maior velocidade?

03. Considere um movimento cuja posição S , em função do tempo t , está representada no gráfico.



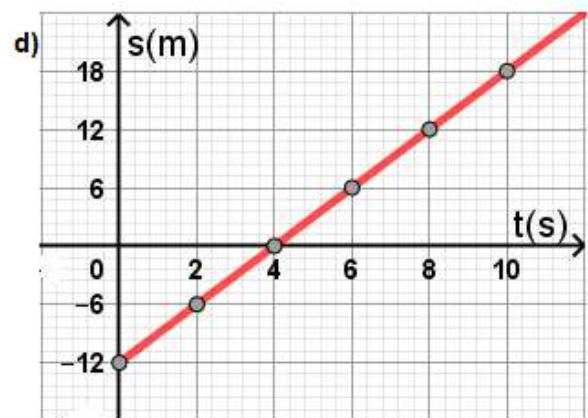
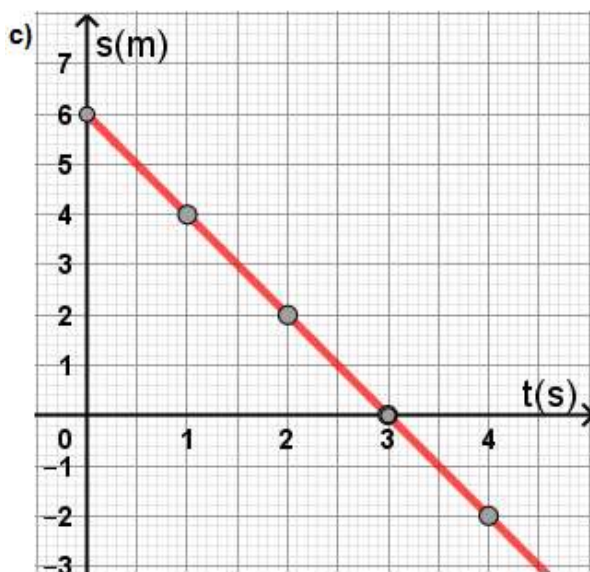
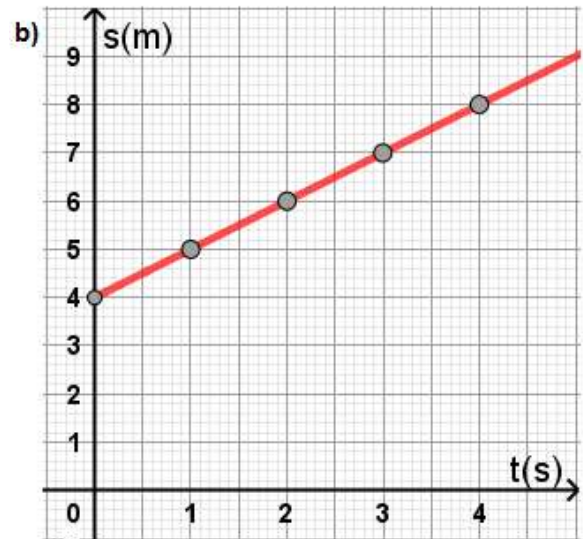
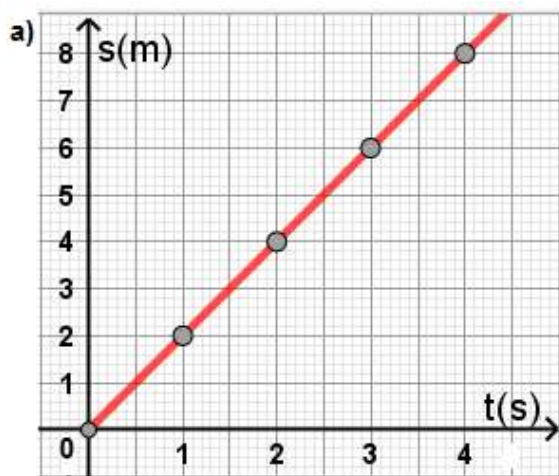
Determine:

a) O espaço percorrido pelo móvel entre os instantes $t = 0$ s e $t = 20$ s, em metros.

b) O instante quando o móvel passa na origem das posições.

c) Informe se o movimento do móvel é progressivo ou retrógrado.

04. Encontre a função horária que representa cada um dos gráficos abaixo e diga qual é o tipo de movimento. Justifique suas respostas.



05. (FEI-SP) A posição de um móvel, em movimento uniforme, varia com o tempo conforme a tabela que segue.

t (s)	0	1	2	3	4	5
S (m)	25	21	17	13	9	5

A equação horária desse movimento é:

a) $S = 4 - 25.t$

c) $S = 25 + 4.t$

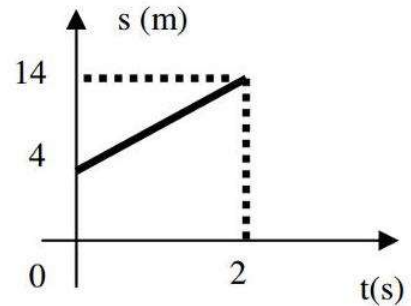
e) $S = - 25 - 4.t$

b) $S = 25 - 4.t$

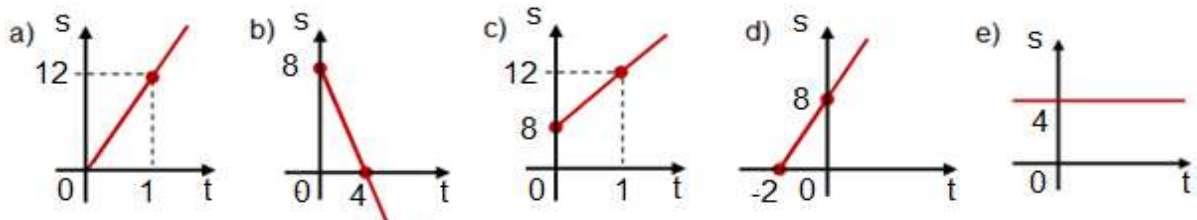
d) $S = - 4 + 25.t$

06. O gráfico abaixo representa o movimento de um móvel com velocidade constante. Marque a alternativa em que há a função horária para essa reta e a indicação correta do tipo de movimento.

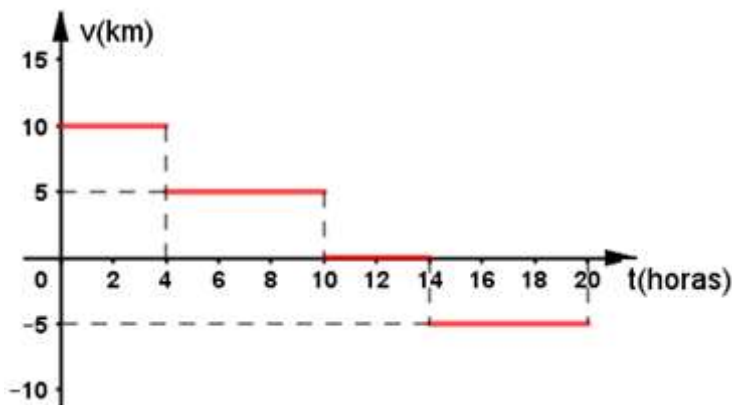
- a) $S = 14 + 2.t$; movimento progressivo.
- b) $S = 2 + 14.t$; movimento progressivo.
- c) $S = 4 - 5.t$; movimento retrógrado.
- d) $S = 4 + 5.t$; movimento retrógrado.
- e) $S = 4 + 5.t$; movimento progressivo



07. Considerando a função da posição em função do tempo definida por $S = 8 + 4.t$, e estando S e t nos padrões do sistema internacional de medidas (SI), qual dos gráficos abaixo representa corretamente esta função de S x t.



08. Observe o gráfico da variação da velocidade de um trem ao longo de um intervalo de tempo de 0 a 20 horas.



De acordo com as informações contidas no gráfico responda:

a) Qual é o intervalo de tempo em que o trem apresentou um tipo de movimento retrógrado?

b) Em qual intervalo de tempo ele permaneceu parado, ou seja, não apresentou nenhum tipo de movimento?

c) Por quanto tempo o trem permaneceu com velocidade constante de 5 km/h.

d) Qual era a velocidade do trem no instante de 2 horas?

2.6. ATIVIDADE EXPERIMENTAL

OBJETIVOS DA AULA:



Física

- (a) identificar o fenômeno físico na prática de MRU.
- (b) Utilizar um experimento simples e de baixo custo para observar e analisar o movimento uniforme relacionando-o a uma função Afim por meio da representação gráfica.

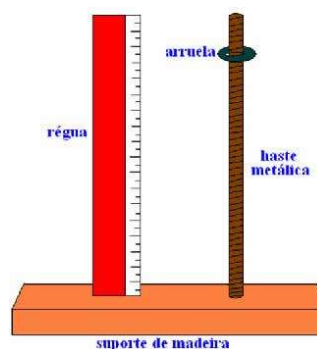
Nesta aula a proposta é apresentar aos alunos uma nova situação problema através de uma prática experimental para verificarmos o fenômeno físico trabalhado nas aulas anteriores evidenciando conceitos básicos de MRU, velocidade, função horária por meio de exemplos práticos.

Para Marques (Acesso em 21 de Ago. 2019):

“Quando um ponto material em trajetória retilínea se move com velocidade constante em relação a determinado referencial, seu movimento é retilíneo uniforme (MRU). No movimento não há diferença entre as velocidades média e instantânea. Nesse tipo de movimento não existe aceleração, sendo que a única grandeza que varia com o tempo é a posição”.

Para realizar o experimento será necessário que o professor tenha o aparato (Figura 2.6.1) para disponibilizar aos alunos ou poderá ser construído em uma pré-aula pelos alunos.

Figura 2.6.1 - Aparato experimental montado para estudo do MRU.



Fonte: (MARQUES, Acesso em 21 de Ago. 2019).

Instruções de construção e elaboração da atividade experimental utilizando uma barra de ferro rosqueada e uma arruela segundo orientações de Marques (Acesso em 21 de Ago. 2019) e Peruzzo, (2013) e adaptado pelo autor.

Para a construção de apenas um aparato serão necessários os seguintes materiais:

- Uma haste de ferro com rosca - barra roscada de 1/4 com 1 m aproximadamente de comprimento.
- Uma régua de madeira de mesmo comprimento da haste ou pode fazer uma escala na própria haste com tinta.
- Uma arruela funileiro de 1/4.
- Um suporte de madeira de (25 cm x 25 cm x 3 cm).
- Um cronômetro.

Instruções de montagem do aparato: Fixe a haste metálica e a régua de madeira no suporte de madeira de modo que fiquem paralelos (régua e haste) como na ilustração da Figura 2.6.1 (lembrando que podemos substituir a régua por uma marcação com tinta na própria haste a cada 10 cm ou 20 cm).

Para o desenvolvimento da aula utilizando o experimento será disponibilizado aos alunos um roteiro (Anexo III) que orientará em cada etapa do trabalho proposto onde o professor deve enfatizar conceitos físicos/matemáticos envolvidos sendo um mediador das atividades propostas.

2.7. ANÁLISE DE GRÁFICOS CUMPRIDOS EM VÁRIAS ETAPAS E ENCONTRO DE DOIS MÓVEIS

OBJETIVOS DA AULA:



**Física/
Matemática**

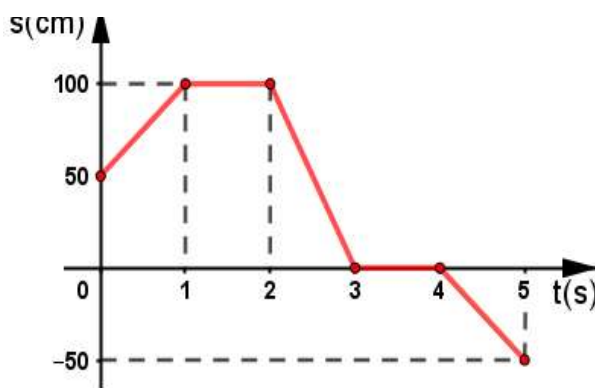
- (a) analisar diferentes tipos de gráficos cumpridos em várias etapas.
- (b) determinar o deslocamento de um corpo através de um gráfico $V \times t$.
- (c) calcular o instante ou a posição do encontro de dois móveis.
- (d) resolver exercícios propostos.

Nesta aula devem-se reforçar os conhecimentos estudados nas aulas anteriores, portanto, voltaremos a analisar os diferentes tipos de gráficos $S \times t$ e $V \times t$, fazendo

uma leitura cuidadosa dos dados que podem ser apresentados em apenas um único gráfico, pois, há situações apresentadas em gráficos que podem mostrar um movimento cumprido em várias etapas que pode ser descrito como um fenômeno cinemático distinto, conforme exemplo a seguir (Figura 2.7.1) extraído do livro didático. (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 38-39).

Analizando o gráfico, podemos destacar que:

Figura 2.7.1 - Gráfico S x t no MU cumprido em várias etapas.



Fonte: (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 38) – Adaptado pelo autor.

- A posição inicial do móvel em $S_0 = 50$ cm.
- De 0 a 1 s, ocorre um MU progressivo, onde $V = 50$ cm/s.
- De 1 s a 2 s, o móvel não saiu da posição $S = 100$ cm, logo ele está em repouso e sua velocidade $V = 0$ cm/s.
- De 2 s a 3 s, houve um MU retrógado, onde $V = -100$ cm/s.
- De 3 s a 4 s, o móvel permaneceu novamente em repouso, logo com velocidade $V = 0$ cm/s;
- De 4 s a 5 s, deu-se novamente um MU retrógado, onde $V = -50$ cm/s.
- No instante de 5 s o móvel estava na posição final em $S = -50$ cm.
- Note que, no instante de 3 s a 4 s, o móvel estava na origem das posições representado por $S = 0$ cm.
- O móvel permaneceu parado por 2 segundos ao longo do intervalo de tempo total analisado.

Como o movimento apresenta velocidades distintas, para cada intervalo de tempo escolhido há diferentes velocidades escalares médias.

- Entre 0 s e 2 s, temos: $V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \leftrightarrow \frac{100-50}{2-0} = \frac{50}{2} = 25$ cm/s
- Entre 1 s e 4 s, temos: $V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \leftrightarrow \frac{0-100}{4-1} = \frac{-100}{3} = -33,3$ cm/s
- Entre 0 s e 5 s, temos: $V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \leftrightarrow \frac{-50-50}{5-0} = \frac{-100}{5} = -20$ cm/s

2.7.1 - Como determinar o deslocamento realizado pelo corpo em um Gráfico $V \times t$

No gráfico da velocidade em função do tempo, este deslocamento pode ser calculado pela área da figura obtida entre a reta e o eixo das abscissas em dois instantes t_1 e t_2 , escolhidos no gráfico.

Vejamos o exemplo na (Figura 2.7.2), onde o gráfico representa o movimento de um corpo com velocidade constante de $v = 40$ m/s.

Devemos escolher dois instantes quaisquer t_1 e t_2 , e calcular a área “**A**” que eles determinam entre o eixo dos tempos.

Na Figura 2.7.3, a região destacada no gráfico é um retângulo, cuja base representa o intervalo de tempo Δt entre t_1 e t_2 , e a altura representa a velocidade escalar. Portanto, como a área é calculada pela multiplicação entre a medida da sua base pela medida da altura, teríamos:

$A = b \times h$, onde $b = \Delta t$ e altura = V , concluímos que $A = \Delta t \cdot V$. Podemos afirmar que o valor numérico da área, corresponde ao valor do deslocamento Δs , onde:

$$\Delta s = V \cdot \Delta t$$

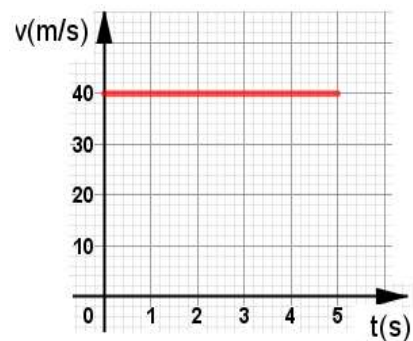
Observamos que no exemplo dado (Figura 2.7.3), o valor do deslocamento do móvel poderia ser dado por:

$$A = V \cdot \Delta t \therefore A = V \cdot (t_2 - t_1)$$

$$A = 40 \cdot (5 - 2) \therefore 40 \cdot 3 = 120$$

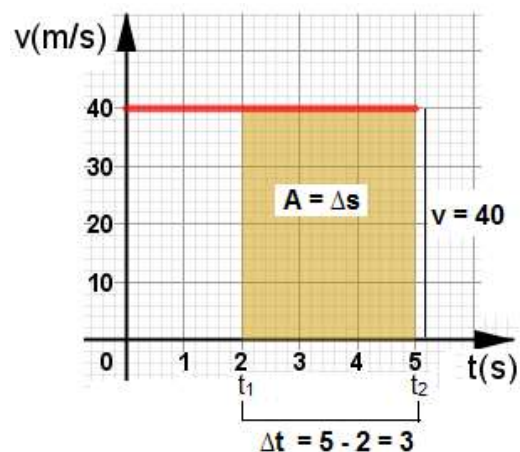
Como, $A = \Delta s$, temos que $\Delta s = 120$ m.

Figura 2.7.2 - Gráfico $V \times t$ com velocidade constante.



Fonte: Produzido pelo autor.

Figura 2.7.3 - Representação do deslocamento realizado pelo corpo em um gráfico $V \times t$ no MU.



Fonte: Produzido pelo autor.

Observação: O espaço percorrido Δs pode ser positivo ou negativo se a área estiver acima ou abaixo do eixo do tempo.

2.7.2 - Encontro de dois Móveis

Uma das aplicações do movimento uniforme é o estudo do encontro ou ultrapassagem entre dois móveis que se deslocam em MU e em mesma trajetória. Para Yamamoto e Fuke (2016, p. 37), “dois móveis, A e B, encontram-se, em determinado instante, em uma trajetória comum; então eles devem estar obrigatoriamente na mesma posição ($S_A = S_B$), o que nos permite igualar as expressões de cada função horária”.

Vejamos o exemplo: (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 37) Em uma autoestrada, um veículo de passeio desloca-se a 90 km/h (25 m/s) em MU, indo no mesmo sentido de um caminhão, que se locomove a 72 km/h (20 m/s), também em MU. Em certo instante, o caminhão encontra-se 500 m à frente do automóvel. Então responda:

- em quanto tempo, a partir desse ponto, o caminhão será alcançado pelo veículo de passeio?
- qual é a posição de encontro entre o veículo de passeio e o caminhão?
- qual é o espaço percorrido por cada veículo até se encontrarem.

Resolução:

Item a: 1º Podemos definir as funções horárias ($S = S_0 + V \cdot t$) do veículo de passeio como S_{vp} e o caminhão como S_c :

$$S_{vp} = 0 + 25 \cdot t$$

$$S_c = 500 + 20 \cdot t$$

2º Igualando as expressões, temos:

$$S_{vp} = S_c \therefore 0 + 25 \cdot t = 500 + 20 \cdot t \therefore 25 \cdot t - 20 \cdot t = 500 - 0 \therefore 5 \cdot t = 500 \therefore t = \mathbf{100 \text{ s}}$$

Logo, $t = \mathbf{100 \text{ s}}$ é o tempo gasto para que o veículo de passeio alcance o caminhão.

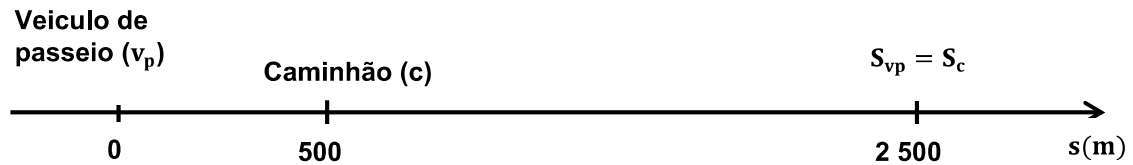
Item b: Para conhecer a posição do encontro, devemos substituir o instante obtido no **item a** em uma das funções horárias do espaço:

Se substituirmos t por 100 s em $S_{vp} = 0 + 25 \cdot t$, temos: $S_{vp} = 0 + 25 \cdot 100 = 2\,500 \text{ m}$.

Ou, se substituirmos t por 100 s em $S_c = 500 + 20 \cdot t$, temos: $S_c = 500 + 20 \cdot 100 \therefore S_c = 2\,500 \text{ m}$.

Podemos observar que tanto em um caso como no outro, a posição de encontro é a mesma sendo igual a 2 500 m a partir de onde estava o veículo de passeio, 500 m atrás do caminhão.

Item c: Para facilitar vamos desenhar a situação física no final do movimento:



Portanto, para cada veículo temos:

- Veículo de passeio: $\Delta s_{vp} = 2\,500 - 0 = 2\,500$ m.
- Caminhão: $\Delta s_c = 2\,500 - 500 = 2\,000$ m.

Logo, o veículo de passeio percorreu **2 500 m** e o caminhão **2 000 m**.



Para rever conceitos trabalhados na aula o professor poderá propor aos alunos a realização da lista de exercícios a seguir.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

Prezado aluno, a partir das informações recebidas na aula resolva as questões a seguir.

01. Um móvel desloca-se em uma trajetória retilínea e tem posições (em metros) em função do tempo t (em segundos), dados por $S = 50 + 10.t$;

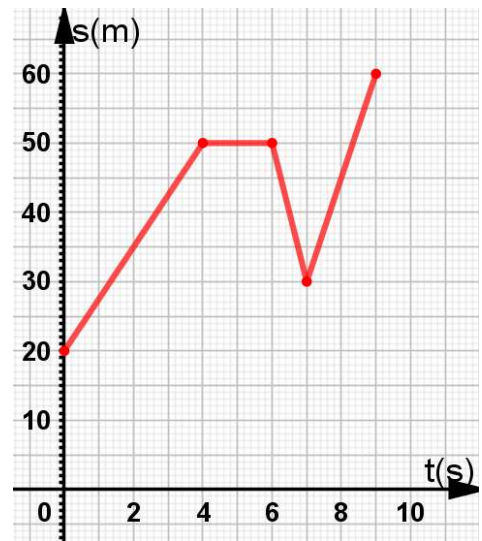
a) construa o gráfico da velocidade desse móvel no decorrer do tempo.

b) calcule a distância percorrida por esse móvel nos primeiros 4 segundos de movimento.

02. (BONJORNO et al. - 2013) Um móvel se desloca em uma trajetória retilínea. O gráfico a seguir descreve as posições do móvel em função do tempo.

Com base no gráfico, julgue as seguintes afirmações em verdadeira ou falsa.

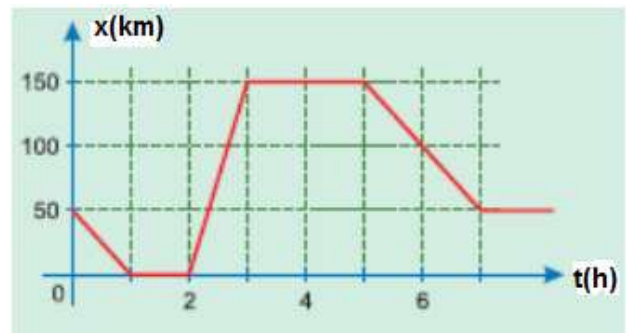
- () I. Entre $t = 0$ s e $t = 4$ s, o móvel executou um movimento uniforme;
- () II. Entre $t = 4$ s e $t = 6$ s, o móvel se deslocou 50 m.
- () III. Entre $t = 4$ s e $t = 9$ s, o móvel se deslocou com uma velocidade média de 2 m/s.



03. (MODELO ENEM) Considere o gráfico posição x tempo para um carro que se desloca ao longo de uma estrada retilínea (eixo Ox) onde a velocidade máxima permitida é de 80 km/h.

Tendo como base o gráfico ao lado, considere as afirmações:

- I. O carro partiu da origem.
- II. O carro nunca se afastou mais do que 100 km do seu ponto de partida.
- III. O carro excedeu o limite de velocidade entre a 2ª e a 3ª hora.
- IV. O carro deslocou-se sempre afastando-se da origem.
- V. O carro esteve sempre em movimento entre $t = 0$ e $t = 7$ h.
- VI. A distância entre o ponto de partida e a posição em $t = 7$ h é de 30 km.



Somente está correto o que se afirma em:

- a) II e III b) II e IV c) I e III d) V e VI e) IV, V e VI

04. (BONJORNO et al. - 2013) Um ciclista A tem velocidade escalar constante $V_A = 36$ km/h, e outro ciclista B persegue A com velocidade escalar constante $V_B = 54$ km/h. Num certo instante, a distância que os separa é de 80 m.

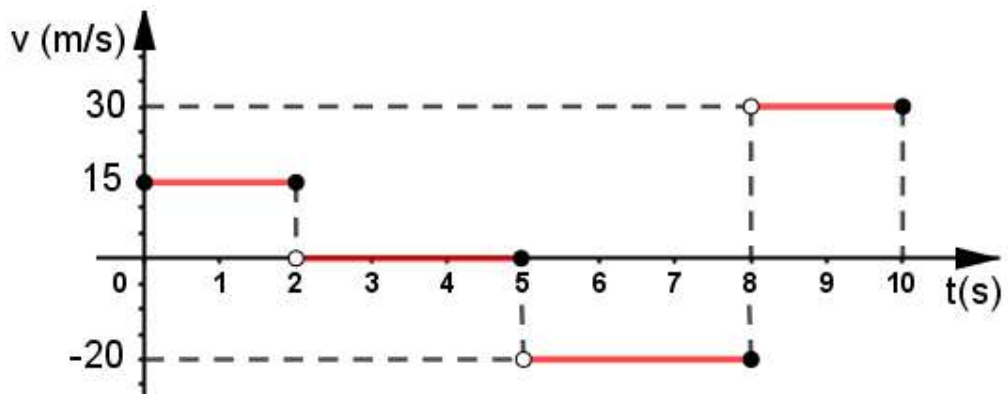
- a) a partir desse instante, quanto tempo o ciclista B levará para alcançar o ciclista A?

b) determine a posição dos ciclistas ao se encontrarem.

c) calcule quantos metros percorreu cada ciclista até se encontrarem.

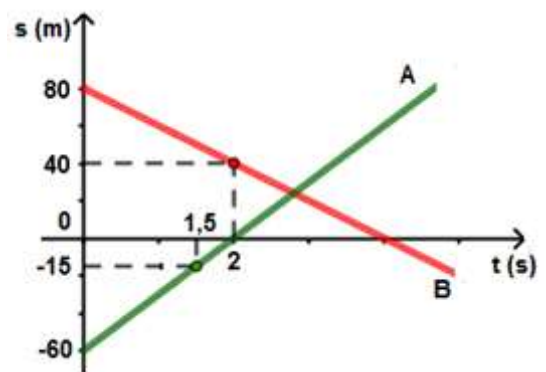
d) construa em um mesmo plano cartesiano o gráfico da função S_A e S_B

05. (YAMAMOTO; FUKU - 2016) Calcule a velocidade escalar média, no intervalo de 0 a 10 s, do movimento representado pelo seguinte diagrama:

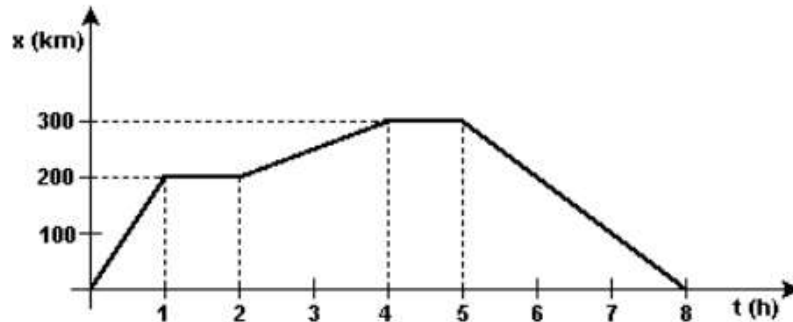


06. (BONJORNO et al. - 2013) Dois móveis, A e B, movimentam-se sobre uma mesma trajetória retilínea. Suas posições no decorrer do tempo estão indicadas no gráfico.

Determine o instante e a posição do encontro desses móveis.



07. (Ufpr - 2006) Um trem de passageiros executa viagens entre algumas estações. Durante uma dessas viagens, um passageiro anotou a posição do trem e o instante de tempo correspondente e colocou os dados obtidos no gráfico a seguir:



Com base no gráfico, considere as seguintes afirmativas:

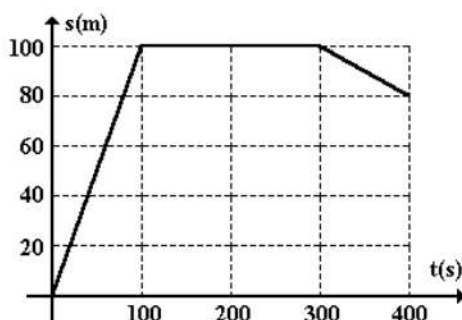
- I. Nessa viagem, o trem para em quatro estações diferentes.
- II. O trem retorna à primeira estação após oito horas de viagem.
- III. O trem executa movimento uniforme entre as estações.
- IV. O módulo da velocidade do trem, durante a primeira hora de viagem, é menor do que em qualquer outro trecho.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.

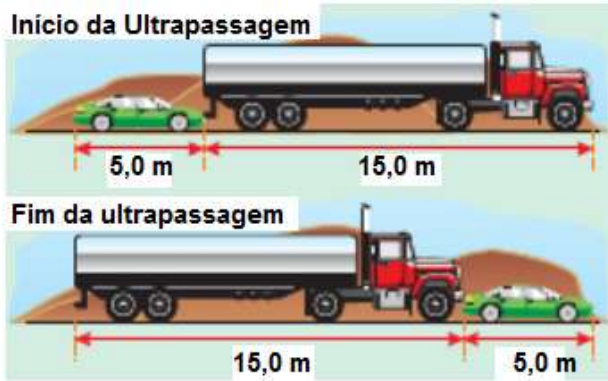
08. (Fuvest - 1989) O gráfico a seguir ilustra a posição S , em função do tempo t , de uma pessoa caminhando em linha reta durante 400 segundos.

Assinale a alternativa correta.



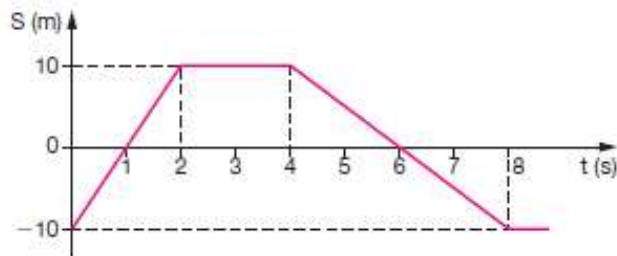
- a) A velocidade no instante $t = 200$ s vale $0,5$ m/s.
- b) Em nenhum instante a pessoa parou.
- c) A distância total percorrida durante os 400 segundos foi 120 m.
- d) O deslocamento durante os 400 segundos foi 180 m.
- e) O valor de sua velocidade no instante $t = 50$ s é menor do que no instante $t = 350$ s.

09. Determine o intervalo de tempo que um automóvel, de 5,0 m de comprimento, gasta para ultrapassar um caminhão de 15,0 m de comprimento. O automóvel e o caminhão estão em movimento, no mesmo sentido, com velocidades escalares constantes de 72,0 km/h e 36,0 km/h, respectivamente.

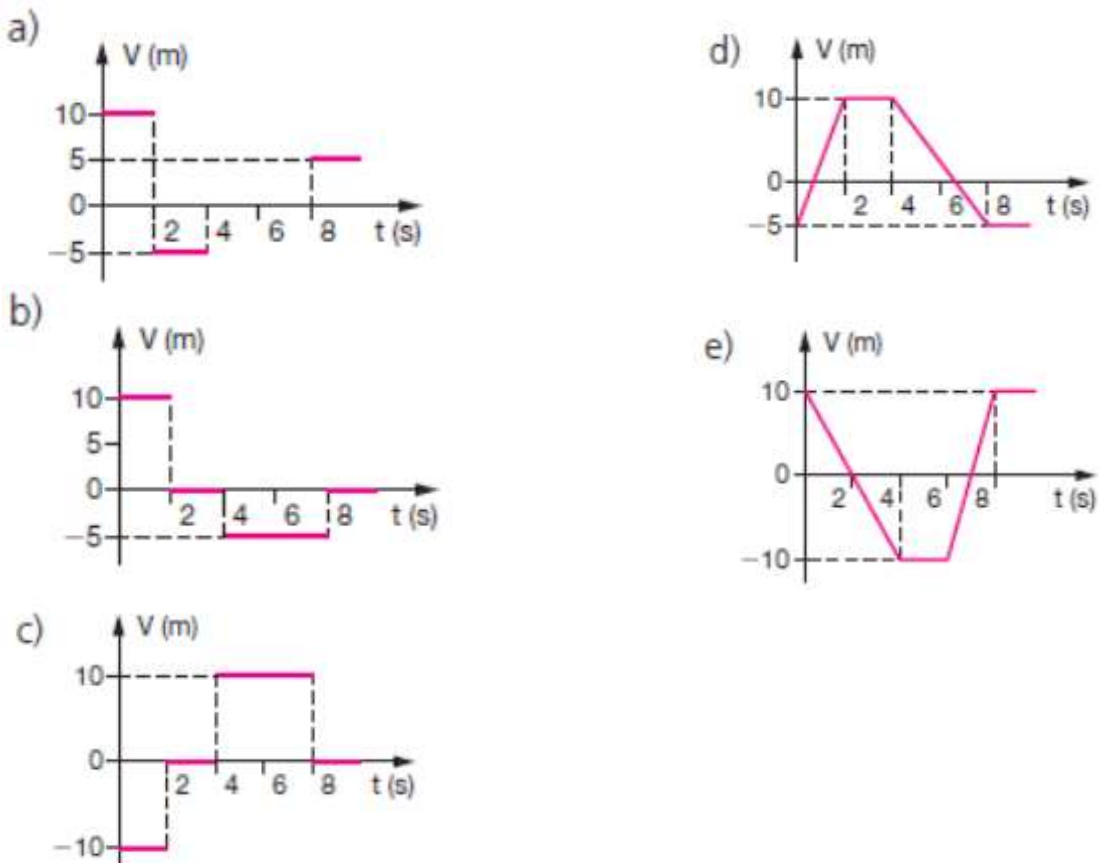


gasta para ultrapassar um caminhão de 15,0 m de comprimento. O automóvel e o caminhão estão em movimento, no mesmo sentido, com velocidades escalares constantes de 72,0 km/h e 36,0 km/h, respectivamente.

10. (UFLA-MG) O gráfico representa a variação das posições de um móvel em função do tempo (S f(t)).



O gráfico $V \times t$ que melhor representa o movimento realizado, é:



2.8. UTILIZAÇÃO DE GRÁFICO DE LINHAS PARA REPRESENTAR A EVOLUÇÃO TEMPORAL DA POSIÇÃO EM FUNÇÃO DO TEMPO

OBJETIVOS DA AULA:



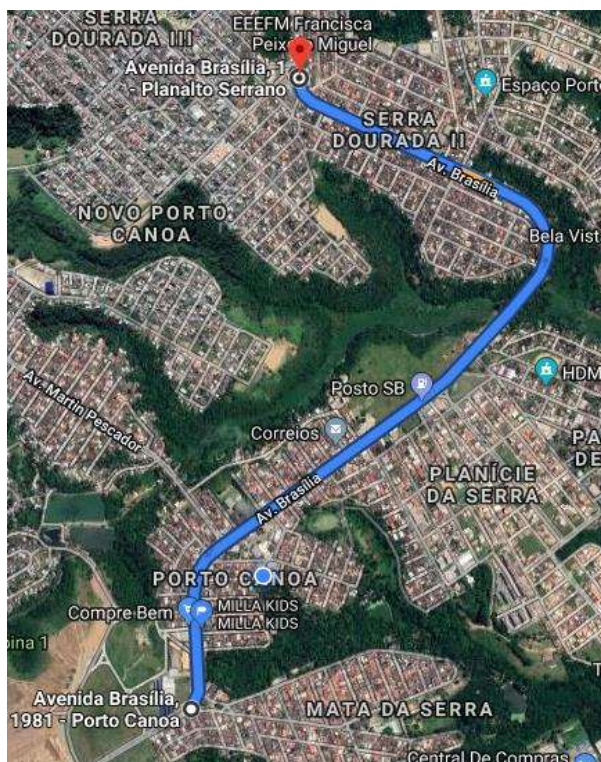
Física

- (a) descrever através de gráficos diferentes posições em função do tempo.
- (b) expressar por palavras certos tipos de movimento representados em gráficos de linhas.

Nesta aula, os estudantes irão instruir-se a utilizar gráficos de linhas para representar situações que envolvam certo tipo de movimento de forma a demonstrar a evolução temporal de grandezas como posição e velocidade em função do tempo e a descrição por meio de narrativas que descrevem um mesmo tipo de movimento.

No município da Serra/ES, os bairros de Porto Canoa e Serra Dourada II, são ligados por uma importante avenida denominada Avenida Brasília conforme pode ser visto no Mapa da Figura 2.8.1.

Figura 2.8.1 - Mapa da Avenida Brasília que liga os bairros Porto Canoa e Serra Dourada II.



Fonte: Produzido pelo autor através do Google Maps.

A Avenida Brasília possui aproximadamente 3 quilômetros de extensão, seu início está marcado exatamente onde se localiza um semáforo na entrada do Bairro de Mata da Serra e o seu ponto final é marcada pela entrada da rotatória em frente à policlínica de Serra Dourada II; nela se localizam Casas, comércios, posto de gasolina e escolas que atendem os moradores do Bairro e Bairros vizinhos.

A Figura 2.8.2, mostra um Mapa da Avenida Brasília representado por algum marcos quilométrico ao longo de toda a sua trajetória que se

distanciam a cada 0,25 km (250 m) auxiliando a localização de estabelecimentos comerciais, escolas, oficinas e outros a partir do marco zero localizado na entrada do Bairro de Mata da Serra.

Figura 2.8.2 - Mapa de Localização de estabelecimentos comerciais, escolas, oficinas e outros ao longo de toda trajetória da Avenida Brasília.



Fonte: Produzido pelo autor.

Com base nas informações contidas no mapa (Figura 2.8.2), o professor poderá trabalhar novamente o conteúdo enfatizando as diferentes formas de representação da posição de um móvel em função do tempo além de inserir a descrição textual de um dado movimento.

ATIVIDADES EM SALA DE AULA

As atividades a serem desenvolvidas estão em anexo IV e deverá ser trabalhada em sala de aula com os alunos e recolhida no final como parte da avaliação da sequência apresentada pelo material Instrucional.

2.9. APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE

OBJETIVOS DA AULA:

- (a) aplicar um pós-teste a fim de avaliar de forma progressiva e recursiva.
- (b) coletar informações a respeito da aprendizagem dos alunos ao final da sequência.

O pós-teste é uma avaliação composta de 15 questões e abordam os conteúdos estudados na sequência apresentada em sala de aula. A avaliação tem um caráter recursivo de forma que busca evidenciar os conteúdos consolidados ao longo das aulas e progressiva quando abordada ao longo da sequência pelas atividades propostas como exercícios, experimentos e manipulação de software educacional.

REFERÊNCIAS

ARTUSO, A. R.; WRUBLEWSKI, M. **Física – Manual do Professor**. 1ª ed. V.1. Curitiba - Editora Positivo, 2013.

BONJORNO, J. R. et al. **Física: Mecânica, 1º ano - Ensino Médio**. Manual do Professor – Orientações para o professor – 2º ed. São Paulo: FTD, 2013.

CAVALCANTE, K. **A Importância da Matemática do Ensino Fundamental na Física do Ensino Médio**. Canal do Educador, Estratégia de Ensino, Física. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/a-importancia-matematica-ensino-fundamental-na-fisica-.htm>>. Acesso em: 26 Out. 2019.

COSTA, A. M. V. **A INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS DE MOVIMENTO**. Faculdade de Educação da UFMG. Belo Horizonte 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8CKML3/1/a_interp.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2020.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **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_Ensi%20Medio%20Regular.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

FUKUI, A.; MOLINA, M. M.; VENÊ. **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.

GIOVANNI, J. R.; BONJORNO, J. R.; GIOVANNI JR, J. R. **Matemática Fundamental, 2º Grau: Volume Único.** – São Paulo – FTD, 1994.

HELERBROCK, R. **Conceitos fundamentais da Cinemática Escalar.** MUNDO EDUCAÇÃO, 2021. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/cinetica-escalar.htm>>. Acesso em: 20 de fev. 2021.

INSTITUTO GEOGEBRA NO RIO DE JANEIRO. **Apresentação.** Disponível em: <<http://www.geogebra.im-uff.mat.br/>>. Acesso em: 12 maio 2020.

JÚNIOR, J. S. S. **MUNDO EDUCAÇÃO.** Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/movimento-progressivo-retrogrado.htm>>. Acesso em: 29 out. 2019.

MARQUES, D. **Equipe Brasil Escola.** Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/movimento-retilineo-uniforme.htm>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

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.

PANTE, R. **Ciência e Cultura na escola.** Disponível em: <<http://ciencia-cultura.com/fisicamedio.html>>. Acesso em: 06 out. 2019.

PERUZZO, J. **A FÍSICA ATRAVÉS DE EXPERIMENTOS.** Volume I – Mecânica. 1ª edição. Irani, SC. 2013 Disponível em: <<http://files.superleomatematica.webnode.com/200000032-0b4d70d420/A%20f%C3%ADsica%20atrav%C3%AAs%20de%20experimentos%20-%20Vol.%20I%20-%20Mec%C3%A2nica.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2019.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio** – volume 1: Mecânica. Suplementado pelo Manual do professor. 4. ed. – São Paulo: Saraiva, 2016.

ANEXO I

“VELOCIDADE”

Algumas cidades brasileiras possuem um sistema de monitoramento da velocidade máxima permitida nas vias urbanas por meio de radares fixos e lombadas eletrônicas. Nesses dispositivos, o mais comum é instalar sensores no asfalto que, em conjunto com uma câmera e um equipamento medidor, permitem calcular o valor da velocidade e fotografá-lo. Caso um veículo passe acima da velocidade permitida, a câmera fotográfica é acionada e o registro da infração é emitido para os órgãos competentes, que podem multar o condutor. Com seus conhecimentos de Física, como você acha que é possível saber a quantos quilômetros por hora está o veículo? E como você julga a importância e o impacto da presença dos radares nas vias de trânsito?

Normalmente, os radares possuem três faixas de sensores no chão que registram o tempo em que o carro passou por eles. Como a distância entre os sensores é fixa, o tempo de passagem entre o primeiro e o segundo sensores permite o cálculo do módulo da velocidade. Essa medida é conferida entre o segundo e o terceiro sensores, para se minimizarem falhas de captação dos valores. Caso o valor seja confirmado e esteja acima da velocidade permitida, uma câmera fotográfica com flash infravermelho é acionada e fotografa a placa do veículo. Note que a câmera precisa atuar com luz infravermelha para não ofuscar a vista do motorista, em especial em fotos noturnas.


Esse é um breve exemplo de como a concepção de movimento está presente no cotidiano, sendo a velocidade importante para a compreensão de fenômenos e dispositivos que influenciam na sociedade. Por isso, é preciso dar maior atenção a este conceito e estudá-lo com maior profundidade.

Se uma viagem de ônibus de 160 quilômetros foi percorrida em 2 horas, dizemos que o módulo da velocidade média do veículo foi de 80 km/h. É certo que nem sempre o ônibus esteve com essa velocidade, indo ora mais rápido durante uma ultrapassagem, ora mais devagar em uma curva, por exemplo. Mas o valor da velocidade média é suficiente para uma boa estimativa de quanto tempo a viagem demorará numa próxima vez.

O mesmo acontece diariamente quando as pessoas se deslocam de suas residências ao emprego ou a escola. É possível testar várias rotas e, então, escolher o caminho mais conveniente.

Texto extraído do Livro didático de FÍSICA volume 1 do autor Artuso e Wrublewski (2013, p. 34).

ANEXO II

	EEEFM “PROF^a HILDA MIRANDA NASCIMENTO”	
	PORTO CANOA - SERRA – ESP. SANTO.	
	Nome do Aluno:	Data: ___/___/___
	1º ANO	Turma: Professor: Sebastião A. Mota
Atividade prática utilizando o Google Maps		

Caros alunos, para o desenvolvimento desta atividade eu peço que vocês liguem o computador com acesso à internet e digite no navegador o link <https://www.google.com/maps>. Agora usando o navegador de pesquisa no Google Maps digite o endereço de sua residência (ou outro local escolhido) e click em pesquisa. Click no ícone rotas e escolha o ponto de partida (forneça aos alunos o endereço da escola, ou peça para que eles utilizem como referência o seu local de pesquisa) em seguida, calcule a distância entre sua escola e sua residência (ou residência e escola), e responda as perguntas:

01. Você utiliza qual dos meios abaixo para se locomover da escola até a sua casa?

- a) a pé b) transporte público c) de carro ou moto; d) de bicicleta.

02. Usando as informações do Google Maps e considerando a forma de locomoção marcada por você na **pergunta 01**, responda:

a) Considerando a trajetória descrita pelo Google Maps, qual é a distância percorrida nesse trajeto? (**Obs.:** não esqueça a unidade de medida).

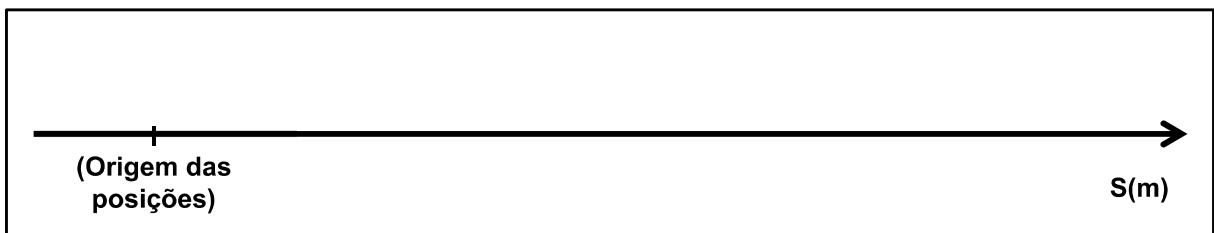
b) Qual é o tempo estimado para ir da sua escola até a sua casa segundo as informações do Google Maps em minutos? (**Obs.:** não esqueça a unidade de medida).

c) Considerando as informações do item **a** e **b**, qual é a velocidade média que se obtém para se deslocar da escola até sua casa?

d) Represente esta velocidade do item **c** em m/s.

e) A trajetória descrita pelo Google Maps é o mesmo que o seu deslocamento de um ponto ao outro marcado? Qual é a diferença entre deslocamento e trajetória?

03. Utilizando a reta $S(m)$ orientada que está no quadro a seguir, represente a trajetória utilizada para ir da escola até a sua casa (ou casa/escola) ou local escolhido, destacando no mínimo 3 pontos de referência ao longo de todo o trajeto, como exemplos: lojas localizadas em esquinas das ruas, posto de gasolina, padaria, escola, farmácia e etc. Em seguida marque as posições de cada ponto referência ao longo da trajetória em relação ao ponto inicial de onde você está. (Uma dica é clicar em detalhes dentro no Google Maps e marcar alguns pontos e distâncias fornecidas com setas como virar à esquerda ou vire à direita. Outra opção é utilizar o cursor do mouse para selecionar alguns pontos referência na trajetória descrita pelo Google Maps).




04. Atividade para Casa: utilizando um cronômetro verifique o tempo que você irá gastar ao longo do trajeto da escola até sua casa (ou casa/escola), onde a cada posição de referência descrita anteriormente na questão 03 deve ser considerada ao longo do caminho. Para facilitar utilize o quadro a seguir para informar os valores encontrados:

Quadro $S \times t$ – Posição em função do Tempo					
	Posição inicial	Distâncias do Ponto inicial até os pontos de Referências			Distância do Ponto inicial até o ponto final do trajeto
Posição	S_0	S_1	S_2	S_3	S_f
Nome das posições					
$S (m)$					
$t (s)$					

Observação: Esta Folha será recolhida pelo professor na próxima aula.

ANEXO III

	EEEFM “PROFª HILDA MIRANDA NASCIMENTO” PORTO CANOA - SERRA – ESP. SANTO.		
	Nome do Aluno:		Data: __/__/__
	1º ANO	Turma:	Professor: Sebastião A. Mota
Desenvolvimento do Experimento			

EXPERIMENTO - Parafuso e a Ruela: Movimento Uniforme – Função Afim

Objetivos da aula: (a) identificar o fenômeno físico na prática de MRU e (b) Utilizar um experimento simples e de baixo custo para observar e analisar o movimento uniforme relacionando-o a uma função Afim por meio da representação gráfica.

Lembre-se: para realizar o estudo utilizando este dispositivo, precisaremos de um cronômetro.

Etapa 1: Solte a arruela sobre o parafuso

CUIDADOS A SEREM TOMADOS: O parafuso deve ser mantido na vertical e os “pulos” que a ruelas dão no parafuso vez por outra devem ser desconsiderados recolocando a ruela no parafuso.

Experimento: Coloque uma arruela na haste e a solte. Observe a sua trajetória e tente responder as perguntas **01** e **02**.

Caro aluno, considerando o experimento realizado e o movimento realizado pela arruela responda:

01. A arruela tem rapidez constante? Ou seja, podemos dizer que a ruela desce o parafuso com Movimento Uniforme.

02. Quanto vale esta rapidez? Como podemos determiná-la?

Etapa 2: Solte a arruela sobre o parafuso e marque no quadro os valores do tempo conforme indicado.

Variantes:

- Definir unidade de tempo alternativa. A unidade de tempo é o tempo que a arruela gasta para sair de um ponto qualquer do parafuso e chegar até outro ponto, caminhar 10 cm do parafuso por exemplo.
- Converter essa unidade alternativa de tempo para segundos medindo o tempo gasto para a arruela percorrer tal distância escolhida.

Experimento: Com o auxílio de um cronômetro (do celular, por exemplo) marque o tempo gasto pela arruela para que ela percorra os intervalos de 0 a 20 cm, de 0 cm a 40 cm, de 0 cm a 60 cm e de 0 cm a 80 cm percorridos na haste e em seguida anote os valores encontrados na tabela a seguir.

Repita o mesmo procedimento por mais 2 vezes ou se preferirem distribua esta função de medir os tempos nas posições informadas entre três alunos para que cada um deles faça a marcação do tempo e posteriormente possa anota-los no Quadro abaixo.

Quadro de anotações e cálculos:

Distância de 0 a 20 cm		Distância de 0 a 40 cm		Distância de 0 a 60 cm		Distância de 0 a 80 cm	
Medida	Tempo (s)	Medida	Tempo (s)	Medida	Tempo (s)	Medida	Tempo (s)
1		1		1		1	
2		2		2		2	
3		3		3		3	
Tempo Médio		Tempo Médio		Tempo Médio		Tempo Médio	
Resultados médios							
Distância (Δs)		Tempo Médio		Valor aproximado da Velocidade média			
20 cm							
40 cm							
60 cm							
80 cm							
Média Final							

Feita as anotações e calculado a velocidade média, responda as perguntas 03 e 04.

03. Compare os tempos médios de percursos entre as posições de 0 a 20, de 20 a 40, de 40 a 60 e de 60 a 80 cm? Como isso pode ser explicado?

04. Qual é a diferença entre tempo médio e velocidade média?

Etapa 3 – Construção de um gráfico $S \times t$ e $V \times t$ no papel milimetrado.


Utilizando os dados obtidos no quadro através dos tempos médios encontrados e suas respectivas posições você aluno deve construir por meio de um plano cartesiano no papel milimetrado um gráfico $S \times t$ e outro $V \times t$ e colar no espaço abaixo. Em seguida, escreva a função horária da posição em função do tempo que estabeleça as diferentes posições da arruela na haste a cada instante de tempo e responda à pergunta **05** e **06**.

05. Qual era a posição da arruela na haste no instante de 30 segundos?

06. Quantos segundos aproximadamente a arruela gastou para percorrer 50 cm na haste?

Observação: Esta Folha será recolhida pelo professor na próxima aula.

ANEXO IV

	EEEFM “PROFª HILDA MIRANDA NASCIMENTO”		
	PORTO CANOA - SERRA – ESP. SANTO.		
	Nome do Aluno:		Data: __/__/__
	1º ANO	Turma:	Professor: Sebastião A. Mota
Aplicações da Cinemática no nosso dia a dia			

Com base nas informações contidas no mapa da Figura 2.8.2, resolva as situações propostas a seguir:

Situação I - O gráfico de linha a seguir retrata a posição de uma pessoa caminhando a medida com que o tempo passa. Ao lado do gráfico encontra-se uma tabela que indica a posição em que a pessoa se encontra em seu respectivo instante de tempo.

A) A partir da leitura do gráfico, complete os espaços em branco da tabela ao lado.

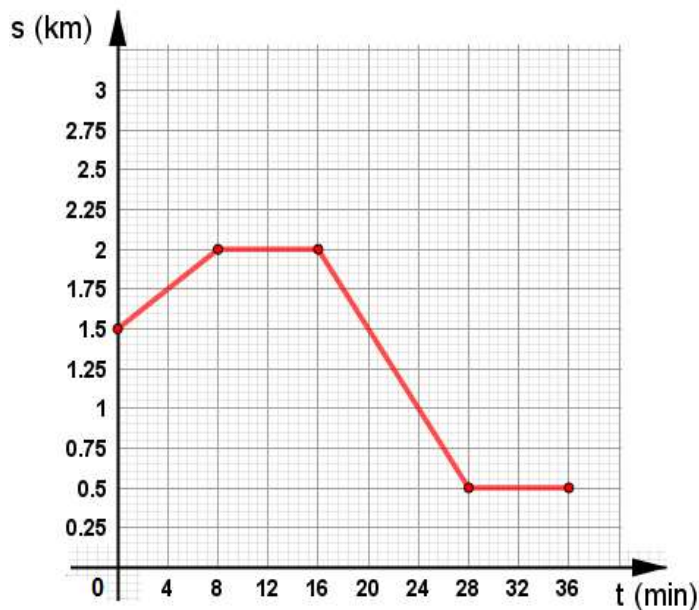


Tabela		
Tempo Minutos	Posição	
	Quilômetros	Metros
	1,5	
4		
8	2	
12		
16		
18	1,75	
20		
	1	
28		
32		
34		
35		
36	0,5	

B) A partir dos dados coletados pode se afirmar que no momento em que esta pessoa estava em movimento progressivo e retrógrado a velocidade escalar média era a mesma? Quais são estas velocidades?

C) Esta pessoa fez alguma parada ao longo do caminho até chegar à posição 0,5 km? Se sim, por quanto tempo é onde ela estava segundo o mapa da Figura 2.8.2?

D) Considerando o mapa da Figura 2.8.2 e o gráfico da trajetória desta pessoa indique a localização de onde esta pessoa estava ao sair para caminhar e onde ela estava no instante de 28 minutos.

Na situação anterior se utilizou o gráfico de linhas e uma tabela para representar as diferentes posições em cada instante de tempo de uma pessoa que estava caminhando com velocidade constante pelo Bairro. No entanto, este movimento ainda poderia ter sido expressado por uma descrição textual, ou seja, por uma história que contasse o movimento da pessoa em um determinado trajeto (COSTA, 2010, p. 83), como por exemplo, a História de Thiago, um aluno do 1º ano do Ensino médio é que mora no Bairro Porto Canoa na Serra/ES.

Situação II – Em um dia de semana qualquer, Thiago estava na escola Hilda Miranda Nascimento, quando seu professor lhe deu uma tarefa de medir pelo aplicativo de celular a distância percorrida e o tempo gasto por ele no trajeto entre a escola e sua casa neste dia em específico. “Thiago saiu da escola Hilda Miranda Nascimento e caminhou com velocidade constante até o supermercado Compre Bem em 4 minutos, onde ficou esperando na fila do caixa por mais 2 minutos até pagar o que comprou; em seguida caminhou por mais 8 minutos com velocidade constante até a sua casa que fica no km 1,25, localizada em cima do material de construção – Rede Construir. Ao chegar à sua casa, Thiago só foi lembrar-se de parar o cronômetro que marcava o tempo ao longo de todo o percurso 4 minutos depois e assim cumprir a tarefa do professor”.

Com base na História de Thiago, faça o que se pede a seguir:

A) Represente em um plano cartesiano um gráfico temporal da posição de Thiago ao longo do trajeto realizado por ele desde o momento que ele saiu da escola até o

momento que ele percebe e paralisa o cronômetro de seu celular que estava marcando o tempo e sua posição.

B) Se Thiago, saiu da escola as 12h00min horas em ponto, qual foi o horário que ele chegou a sua casa?

C) Qual horário Thiago passou em frente à Padaria Dikasa?

D) Onde Thiago estava no Instante $t = 8$ minutos? É no $t = 10$ min?

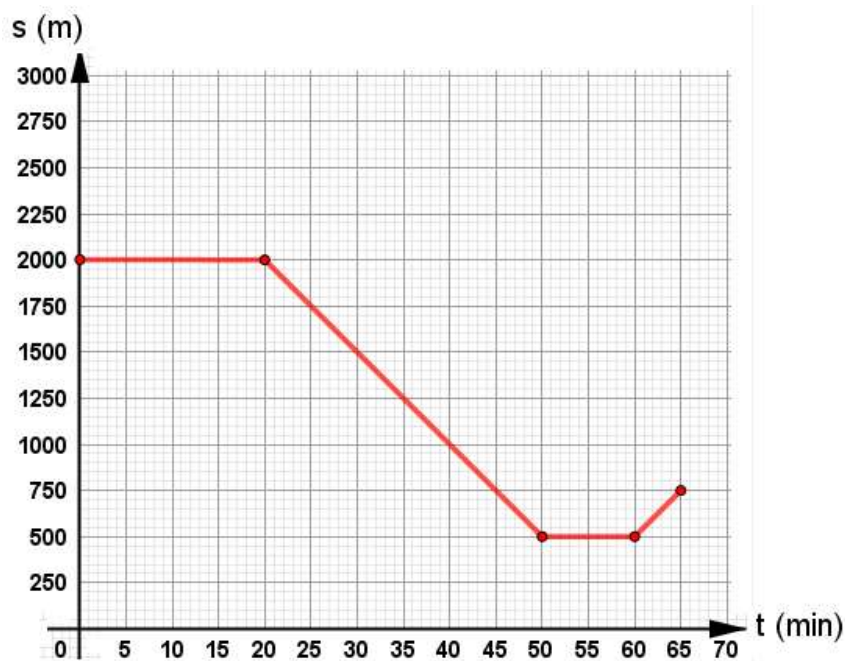
E) Qual foi o deslocamento efetuado por Thiago entre a escola e sua casa?

F) represente em um gráfico $V \times t$ as velocidades em m/mim de Thiago e cada instante desde o $t = 0$ até $t = 18$ minutos.

G) Considerando a distância percorrida e registrada no aplicativo do celular de Thiago, quantos metros ele caminhou ao todo desde que saiu da escola e chegou a sua casa?

Considerando os trabalhos de Costa (2010, p. 81), sobre a interpretação de uma representação gráfica para MRU do gráfico de Posição em função do tempo, irei propor a atividade da situação III.

Situação III. O gráfico a seguir descreve o movimento de uma pessoa caminhando pelo bairro de Porto Canoa com velocidade constante, ou seja, com movimento uniforme.



No entanto, sabemos que o movimento poderia ter sido expresso a partir de uma narrativa que conte alguma história para explicar os movimentos realizados pela pessoa que está caminhando. Por isso, invente uma breve história, que descreva em detalhes o mesmo movimento retratado pelo gráfico.

Observação: Esta folha será recolhida pelo professor no final da aula.