

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

AGUINALDO PORFIRIO DOS SANTOS

**PROPOSTA DE ENSINO DE MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E
MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO COM O USO DE TDICS**

CAMPO MOURÃO

2024

AGUINALDO PORFIRIO DOS SANTOS

**PROPOSTA DE ENSINO DE MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E
MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO COM O USO DE TDICS**

**Proposal for teaching uniform rectilinear movement and uniformly varied
rectilinear movement with the use of TDICS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Polo 32 do MNPEF - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana da Silva Fontes.
Coorientador: Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos.

CAMPO MOURÃO

2024



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



AGUINALDO PORFIRIO DOS SANTOS

PROPOSTA DE ENSINO DE MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO COM O USO DE TDICS

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 13 de Dezembro de 2024

Dra. Adriana Da Silva Fontes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Debora Ferreira Da Silva, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Shalimar Calegari Zanatta, Doutorado - Universidade Estadual do Paraná (Unespar)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 16/12/2024.

Dedico este trabalho a Deus, pelos cuidados para comigo, oportunizando a realização e conclusão desta dissertação. À minha orientadora Profa. Dra. Adriana da Silva Fontes e o Coorientador Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos, pelo incentivo e dedicação. À minha família pelo apoio, motivação e compreensão nos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Quero deixar registrada a minha gratidão a Deus, pois sem sua interseção, nada seria possível. Também, após concluir esta significativa fase em minha jornada, gostaria de expressar minha gratidão a todas as pessoas que de uma forma ou de outra, contribuíram para o meu sucesso na conclusão do tão almejado curso de Mestrado em Física.

Sou grato pelos meus filhos Guilherme Henrique Porfirio Santos, Gabriela Porfirio Santos e minha enteada Rafaela Naomi Yoshimoto Borgert, que incentivaram e colaboraram para que eu pudesse realizar as minhas atividades.

Quero também manifestar meu apreço a minha namorada, Gislaine Yoshimoto, que sempre me acompanhou, apoiou, incentivou e me compreendeu nas horas mais difíceis.

Quero destacar a gratidão à minha família, em especial a minha mãe, Anevair Porfirio dos Santos, acredito que sem o apoio e as orações de todos os meus familiares, teria sido mais difícil superar esse desafio.

À minha orientadora, a Profa. Dra. Adriana da Silva Fontes e ao meu coorientador Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos, o meu agradecimento pelas orientações, conselhos e sugestões valiosas que ofereceram durante o desenvolvimento deste trabalho. Além disso, sou grato pelo carinho e atenção que sempre dispensaram em prol da conclusão deste trabalho.

Aos colegas da turma que se mostraram amigos e companheiros, fornecendo força e incentivo quando necessário, meu sincero agradecimento. Também desejo expressar minha gratidão a todos os professores do curso que, direta ou indiretamente, contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Desta forma, agradeço também à CAPES pelo incentivo e apoio concedido.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma sequência didática para o ensino de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) na disciplina de Física. A proposta foi implementada em um colégio da rede estadual de ensino do Estado do Paraná, envolvendo 18 estudantes da primeira série do Ensino Médio. A metodologia utilizada baseou-se no conceito de aprendizagem significativa de David Ausubel, com o objetivo de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem de conceitos específicos da cinemática. Para abordar os conteúdos, foram empregados questionários, simuladores, aplicativos com roteiros orientados e listas de exercícios. As atividades foram realizadas em grupos, promovendo a interação entre os estudantes e entre os estudantes e o professor. Os recursos utilizados incluíram questionários, plataformas digitais e simuladores, como os disponíveis na plataforma de *Walter Fendt*, *Tracker* e *Google Maps*, que permitiram uma exploração mais dinâmica dos conceitos. Os resultados obtidos evidenciam a importância da inovação pedagógica por meio da incorporação de tecnologias digitais de informação e comunicação nas práticas de ensino, tornando as aulas mais atrativas e promovendo uma aprendizagem significativa. Os Estudantes destacaram a relevância do uso de experimentos, do laboratório de informática e de aplicativos para celular em seu aprendizado. Além disso, consideraram que as simulações de situações reais contribuíram de forma significativa para uma compreensão mais aprofundada da teoria, oferecendo uma abordagem mais lúdica e envolvente.

Palavras-chave: aprendizagem significativa; ensino de Física; movimento retilíneo; tecnologias digitais.

ABSTRACT

This study presents a didactic sequence for teaching Uniform Rectilinear Motion (URM) and Uniformly Accelerated Rectilinear Motion (UARM) in Physics classes. The proposal was implemented at a state public school in Paraná, Brazil, involving 18 first-year high school students. The methodology was based on David Ausubel's concept of meaningful learning, aiming to enhance the teaching and learning processes of specific kinematics concepts. To address the content, questionnaires, simulators, apps with guided instructions, and exercise lists were used. The activities were conducted in groups to encourage interaction among students and between students and the teacher. Resources included digital questionnaires, platforms, and simulators such as those available on Walter Fendt's platform, Tracker, and Google Maps, which facilitated a more dynamic exploration of the concepts. The results highlight the importance of pedagogical innovation through the integration of digital information and communication technologies into teaching practices. These approaches make lessons more engaging and foster meaningful learning. Students emphasized the relevance of experiments, the use of computer labs, and mobile applications in their learning process. Additionally, they reported that simulations of real-life situations significantly contributed to a deeper understanding of theoretical concepts, offering a more playful and engaging approach.

Keywords: meaningful learning; Physics teaching; rectilinear motion; digital technologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Captura de tela de uma pesquisa do ponto de referência “Pirâmides do Egito” no aplicativo <i>Google Maps</i>	25
Figura 2 -	Captura de tela do <i>site</i> do simulador <i>Walter Fendt</i> contendo diversas opções de simulações de experimentos de Mecânica.....	27
Figura 3 -	Captura de tela do <i>site</i> do simulador <i>Tracker</i> contendo a interface para importar e analisar vídeos.....	29
Figura 4 -	Posição de um carro em dois instantes de sua trajetória.	53
Figura 5 -	Trajétoria de Maringá a Curitiba realizadas por meio de: a) de motocicleta; b) a pé; c) de carro	85
Figura 6 -	Movimento Retilíneo de uma bola analisado no <i>software Tracker</i>	90
Figura 7 -	Análise do vídeo da caminhada do estudante em MRU, no <i>software Tracker</i>	91
Figura 8 -	Educandos realizando atividades de interpretação de gráficos e tabelas das simulações criadas no <i>Tracker</i>	93
Figura 9 -	Apresentação da experiência de MRU pelo Grupo A.....	95
Figura 10 -	Educandos resolvendo atividades com o simulador <i>Walter Fendt</i>	101
Figura 11 -	Demonstração do MRUV com <i>Skate</i>	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado em função da velocidade e aceleração.....	68
Quadro 2 - Foco do estudo dos trabalhos selecionados.....	71
Quadro 3 - Benefícios e limitações dos trabalhos selecionados.....	71
Quadro 4 - Público-alvo e metodologia utilizada nos trabalhos selecionados.....	72
Quadro 5 - Estrutura geral da Sequência Didática.....	78
Quadro 6 - Conteúdo abordados durante o desenvolvimento da Sequência Didática.....	79
Quadro 7 - Primeira avaliação diagnóstica (pré-teste).....	80
Quadro 8 - Roteiro para uso do simulador <i>Tracker</i>	87
Quadro 9 - Roteiro da atividade utilizando o simulador <i>Walter Fendt</i>	97
Quadro 10 - Segunda avaliação diagnóstica (pós-teste).....	104

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Representação da função posição x tempo para o carro analisado na Figura 4, em MRU.....	58
Gráfico 2 - Representação da velocidade em função do tempo para movimento do carro em MRU analisado na Figura 4	60
Gráfico 3 - Representações de funções de velocidade: a) crescente, e b) decrescente, em função do tempo em um MRUV.....	64
Gráfico 4 - Representações de funções de aceleração: a) crescente, e b) decrescente, em função do tempo em um MRUV.....	65
Gráfico 5 - Representação gráfica da equação horária do espaço para MRUV para uma: a) aceleração positiva, e b) aceleração negativa.....	67
Gráfico 6 - Resultados da primeira avaliação diagnóstica (pré-teste).....	82
Gráfico 7 - Resultado da segunda avaliação diagnóstica (pós-teste).....	107

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	TDICs no Ensino de Física.....	20
2.1.1	O aplicativo Google Maps.....	23
2.1.2	O simulador Walter Fendt.....	26
2.1.3	O simulador Tracker.....	28
2.2	Ensino de Física no Ensino Médio.....	29
2.2.1	Modelos pedagógicos de ensino.....	30
2.2.2	Formação do docente.....	36
2.2.3	Informações vetoriais e derivadas na linguagem do Ensino Médio... 40	
2.3	Aprendizagem significativa de David Ausubel.....	42
2.3.1	Unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS).....	46
2.4	Os primeiros estudos do movimento.....	46
2.5	Cinemática unidimensional.....	49
2.5.1	Um pouco sobre o tema Cinemática no Ensino de Física.....	49
2.5.2	Os conceitos de movimento, repouso e referencial.....	50
2.5.3	Posição e deslocamento de um objeto.....	51
2.5.4	Trajetória de um objeto em movimento.....	52
2.5.5	A velocidade média de um móvel.....	53
2.5.6	A velocidade instantânea de um móvel.....	55
2.5.7	Movimento retilíneo uniforme.....	57
2.5.8	Movimento retilíneo uniformemente variado.....	62
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	69
3.1	Dos critérios para a filtragem e seleção dos artigos.....	69
3.2	Apresentação do panorama geral encontrado na literatura.....	70
3.2.1	Importância das simulações no Ensino de Física.....	73
3.2.2	Desenvolvimento de competências através de modelagem computacional.....	73
3.2.3	Benefícios e impactos elencados pelos autores.....	73
3.2.4	Desafios e limitações.....	74
3.2.5	Perspectivas futuras.....	75

3.2.6	Considerações finais.....	75
4	PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	76
4.1	A natureza do estudo.....	76
4.2	O local de aplicação e os participantes da pesquisa.....	76
4.3	Os instrumentos de coleta de dados.....	77
4.4	A escolha das atividades e abordagens adotadas.....	77
4.5	Descrição do Produto Educacional.....	78
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	80
5.1	Relatos de experiência.....	80
5.1.1	Encontro I.....	80
5.1.2	Encontro II.....	84
5.1.3	Encontro III.....	87
5.1.4	Encontro IV.....	94
5.1.5	Encontro V.....	96
5.1.6	Encontro VI.....	102
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	110
	REFERÊNCIAS	113
	APÊNDICE A - Produto Educacional	123
	APÊNDICE B - Sugestões de outros materiais	175

1 INTRODUÇÃO

Quando observado o ensino de Física, focando principalmente no Ensino Médio, é possível falar, com base nas colocações de Libâneo (2016) e também nas experiências pessoais e nas trocas de experiências com outros professores do Brasil, que a muitos colégios ainda seguem uma maneira de ensinar que se pauta na apresentação dos conceitos teóricos, seguidos pela parte dos cálculos, que buscam comprovar o que foi exposto conceitualmente. Um problema que se observa neste caso, conforme apontado por Moreira (2017) é que, em geral, para aplicar a teoria e os conceitos estudados, quase sempre são utilizadas somente resoluções de exercícios, as quais acabam se tornando uma aplicação e replicação de raciocínios matemáticos deixando, por vezes, os aspectos teóricos um pouco de lado. Contudo, não é que tais práticas sejam ruins ou erradas, porém, podem ser melhoradas, por exemplo, com a utilização de experimentos e apresentação de situações corriqueiras, as quais permitem que os estudantes comecem a observar a Física além do contexto escolar. Como destacado no trabalho de Moreira (2018), aprender a perguntar, na Física, é mais importante do que chegar às respostas corretas, visto que as melhores pesquisas decorrem de perguntas, questionamentos feitos.

Motivado pela tentativa de inovar, de criar novas formas para abordar os assuntos de Física, e com isso, tentar propiciar um maior engajamento e aproveitamento dos conteúdos, por parte dos estudantes, escolheu-se um pequeno recorte da temática sobre movimento dos corpos, a cinemática, para servir de base para os estudos deste trabalho. Em relação a maneira como os conteúdos seriam abordados e apresentados aos estudantes, foi escolhido trabalhar com as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) como ferramenta para envolver ativamente os estudantes, tentando despertar seu interesse em estudar e aprender melhor sobre o tema, e sobre como este se faz presente em seu cotidiano.

A motivação pela escolha desta parte da Física, o estudo do conteúdo de Mecânica na Física, em particular da Cinemática, e ainda, o estudo dos movimentos retilíneos uniforme e uniformemente variado, deu-se por alguns motivos como: trata-se de um conteúdo introdutório para a disciplina de Física, o qual fornece conceitos que são base para a maioria das temáticas posteriores que são estudadas no decorrer do Ensino Médio; é um conteúdo que apresenta uma boa diversidade de situações

corriqueiras, sendo mais fácil para que o estudante consiga observar e contextualizar o que está sendo abordado; permite um primeiro contato do estudante com variados tipos de representações para exprimir o que está sendo estudado, como o uso de gráficos, equações, tabelas, variadas unidades; trata-se de um conteúdo não abstrato, ou seja, os estudantes não precisam tentar se esforçar para estabelecer conceitos e ideias utilizando elementos que não conseguem observar, como ocorre no caso do eletromagnetismo, por exemplo. Partindo destes pontos de ancoragem para a escolha do tema, fica mais fácil abordar as TDICs com os estudantes no estudo deste assunto, tentando, como sugere Nascimento (2010), fazer com que o estudante consiga entender e realizar a conexão entre os diversos tipos representações simbólicas ali abordadas.

Reforçando novamente o interesse por esta mudança nas abordagens utilizadas, Araújo, Veit e Moreira (2004), observam que estudantes enfrentam desafios ao resolver problemas de Cinemática, especialmente ao identificar os elementos necessários para aplicar equações e compreender gráficos, muitas vezes por tratarem de uma grande quantidade de dados. Contudo, mesmo quando abordado o trabalho simplificado, com o uso dos métodos convencionais, com problemas e aplicação de equações matemáticas, o estudo da cinemática acaba sendo visto com desânimo para alguns estudantes, uma vez que acaba por envolver equações matemáticas de primeiro e segundo grau, fazendo com que os estudantes, muitas vezes acabem esbarrando em dificuldades associadas à Matemática, a qual pode, eventualmente, criar uma barreira para a aprendizagem dos conceitos físicos. Segundo o que apontam os estudos de Pietrocola (2002), a consolidação de uma boa base matemática nos anos que antecedem o ensino de Física pode ser garantia de sucesso no aprendizado destes novos conteúdos. Ou seja, o tema Cinemática, mesmo sendo abordado em outros trabalhos, ainda gera contribuições, visto que geram contribuições e ajudam a corroborar com a disseminação de uma nova abordagem que traz engajamento para os estudantes, e demonstram como e o quanto isso apresenta impacto positivo na jornada deles.

Ao escolher tentar utilizar novas abordagens que destoam do básico e do que é comumente utilizado, o professor pode, por vezes, encontrar alternativas para conseguir contornar a defasagem carregada de outrora pelos estudantes. Ou seja, ao tentar inovar suas metodologias de ensino, ao modificar sua abordagem e focar em aspectos de interpretação e transição entre as diversas representações, o professor

acaba tendo em mãos uma nova ferramenta que vai, além de despertar o interesse e curiosidade pelos temas abordados, permitir ainda que seja dado mais tempo para identificar e tentar sanar os problemas anteriores que estes estudantes possam apresentar em relação aos conteúdos de matemática. Considerando que vários dos livros didáticos acabam por seguir a mesma sequência para a abordagem e tratamento dos conteúdos de Física, e que o assunto Cinemática é trazido como introdutório para quase todos os primeiros anos do Ensino Médio, é possível destacar novamente a importância da escolha desta temática para o desenvolvimento deste trabalho. Os professores que assumem as turmas da primeira série do Ensino Médio acabam se deparando com uma turma nova, que traz em muitos casos, estudantes que mudaram de colégio, ou mudaram de período, ou mesmo, de grade docente, chegando sem bagagem alguma que diga respeito às suas habilidades cognitivas, comportamentos individuais ou dinâmica de grupo. Portanto é neste primeiro contato que o professor vai ter que, além de iniciar suas tratativas sobre a disciplina, também realizar um diagnóstico da turma, e ainda, promover a integração destes estudantes neste novo contexto. Assim, há uma necessidade de que todo este novo vínculo que será estabelecido entre a turma e o professor seja construída e que leve em consideração todos os aspectos previamente citados, fazendo com que a integração seja algo complexo, mas que pode ser facilitado pro meio de estratégias diversas que atraiam a atenção dos estudantes, uma vez que, como coloca Carvalho (1999), a integração implica reciprocidade.

Conseguir chamar a atenção e atrair o interesse estudantes. Este é o ponto de partida para a busca de uma abordagem diferenciada. Contudo, como fazer isso acontecer tendo em vista, por exemplo, os colégios estaduais, ao menos do Paraná, onde tudo que se tem à disposição são os mesmos tipos de materiais didáticos que, embora hoje estejam passando por reformulações na forma como são apresentados e abordados, ainda seguem um modelo de ensino tradicional, que pouco valoriza a aprendizagem dos estudantes por meio de investigação, de experimentação, e mesmo, sem o uso das TDICs, visto que muito se associa o uso desta abordagens à disponibilidade de computadores e equipamentos fornecidos pelo colégio. Neste ponto é que se destaca a importância de que sejam criados cada vez mais metodologias, abordagens e ideias envolvendo uma aprendizagem diferenciada, e ainda, a qual pode ocorrer a partir dos equipamentos eletrônicos dos próprios estudantes. Uma vez que o professor tenha em mãos novas estratégias para abordar

o ensino de Física de maneira diferenciada, tal ponto pode ser visto como um grande avanço, permitindo que o estudante possa começar a explorar, de maneira diferenciada, situações-problema que tenham relevância e significado para os eles, conectando os conceitos ao desenvolvimento cognitivo de maneira significativa (Vergnaud, 1990). Ou seja, uma vez que o estudante aprenda e entenda que possui em mãos uma ferramenta diferenciada, basta que este seja devidamente estimulado, e quem sabe, ele passe a procurar e se interessar por tentar entender situações do seu cotidiano, e ainda, até mesmo podendo fazer uso das tecnologias para explorar tais situações.

Todo esse interesse por explorar, que se pretende despertar nos estudantes está intimamente associado à maneira como o professor irá instiga-los a observar o mundo que os cerca, ensinando-os por meio de atividades cada vez mais amplas e ainda, contextualizadas, de forma que estes estudantes possam discutir quais seriam as variáveis envolvidas nos problemas, julgando quais são as mais apropriadas a se trabalhar, guiando-os aos poucos para que possam pensar e elaborar experimentos mais complexos envolvendo essas mesmas situações, e a partir disso, refletir sobre as ideias de “erros” de medidas (Munford, 2007). Tudo isso que é apresentado aqui pode ser visto e entendido como algo elementar. Instigar a vontade de aprender do estudante é algo que todos os professores, independente da sua área de atuação, deveriam fazer. É a partir dos questionamentos que os estudantes formam laços com a disciplina, fazendo-os se interessar cada vez mais por se aprofundarem e entenderem mais sobre os assuntos. No caso da disciplina de Física, as TDICs aparecem como uma ferramenta incrível para despertar o interesse dos estudantes, permitindo que eles observem e estudem muitos fenômenos de maneira diferenciada. Contudo, embora utilize novos métodos, como destacou-se anteriormente, isso também exige que os estudantes aprendam novas formas de ler e interpretar o que é trazido, através da leitura e interpretação de gráficos, sendo necessário, posteriormente, conseguir transformar tais informações em algo mais, no entendimento científico do que se observa.

As buscas pela mudança na forma de ensinar, e na implementação de tecnologias para o ensino é algo que vem sendo cada vez mais difundido nas últimas décadas. Contudo, a rápida evolução dos equipamentos eletrônicos faz com que essa área esteja sempre sendo inundada por inovações, e com isso, mais oportunidades acabam por surgir para integrar as tecnologias no âmbito da sala de aula, forçando os

educadores a se adequar a estas mudanças que a sociedade passa a exigir (Auler, Santos e Cericatto, 2017). Se a sociedade e o mercado de trabalho exigem das pessoas uma manipulação assertiva das tecnologias, por que estariam as instituições de ensino eximidas do papel de ensinar e integrar tais mudanças na maneira como temos o ensino e aprendizagem? É em consonância com esta indagação que Baptista (2010) afirma que a educação tem passado por transformações necessárias para adaptar-se a tais demandas. Implantar as TDICs é mais do que somente pensar em novas maneiras de abordar os assuntos comuns de uma disciplina, é tentar chamar atenção dos estudantes, é envolver, cativar e estimular para que eles possam observar que as ferramentas que carregam em mãos servem para explorar o mundo de uma maneira muito diferente, é mostrar que é sim possível transformar a aprendizagem em algo prazeroso e distinto de uma abordagem clássica, onde deve-se somente aceitar tudo que é trazido pelos livros, sem poder observar isso de uma maneira distinta e atrativa. Vale destacar, é claro, que por maior que seja a inovação, é quase imprescindível que parte dos conteúdos seja apresentado de forma convencional. Ou seja, por maior que sejam as inovações, as mudanças nas metodologias de implementação e na contextualização, não é possível esquivar-se da necessidade de abordar os aspectos teóricos em algum momento. E tal tipo de abordagem, acaba recaindo no comum que se estabelece como o padrão de ensino atual. O diferencial é como será feita a continuação desta abordagem, bem como a integração da mesma com todos os aspectos discutidos até aqui.

Neste trabalho é proposta uma Sequência Didática (SD) para ensinar sobre Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Metilíneo Uniformemente Variado (MRUV), tomando como base o uso de alguns recursos tecnológicos de livre acesso, os quais os estudantes podem acessar em seus *smartphones*. Ademais, o trabalho pauta-se na teoria de Ausubel (2000), a respeito da aprendizagem significativa, ou seja, um processo que ocorre a partir da interação entre um conhecimento novo e as ideias relevantes já existentes na estrutura cognitiva, os subsunçores. Já no que diz respeito as análises, este trabalho tenta realizar um estudo, mesmo que superficial, das trocas representacionais que ocorrem quando os estudantes tentam explicar os dados obtidos por meio de gráficos e equações, utilizando linguagem verbal ou linguagem corporal (Laburú, Barros & da Silva, 2011).

Destaca-se que este trabalho, como dito e fundamentado ao longo de toda a introdução, não se destina unicamente ao Ensino de Física, tratando-se de uma

possível ferramenta norteadora para a utilização deste conjunto de metodologias para toda e qualquer disciplina, visto a crescente e abrangente expansão das tecnologias e suas preocupações com o desenvolvimento de novas ferramentas para o ensino. Neste caso, basta que os aspectos aqui abordados sejam transpostos para criar uma sequência didática condizente com o tema a ser tratado na disciplina. Destaca-se que a possível necessidade de mudanças mais drásticas pode ocorrer no caso das formas como os elementos são apresentados, e como eles podem ser (re)representados, sendo tal ponto, talvez, o maior dificultador para tal extrapolação em outras disciplinas que não da área de ciências da natureza. Assim, este trabalho fica aberto e serve para todo e qualquer educador que deseja criar novas estratégias para abordar aulas diferentes, e ainda, pautadas nas TDICs.

Por fim, no que diz respeito a estruturação deste trabalho, no Capítulo 2 são apresentadas as distintas fundamentações teóricas utilizadas ao longo do trabalho, falando sobre as TDICs no Ensino de Física; a visão geral sobre o Ensino de Física no Ensino Médio; a Aprendizagem Significativa de Ausubel; e uma revisão acerca dos conceitos físicos envolvidos no estudo da cinemática, o MRU e MRUV.

Em seguida, no Capítulo 3 é realizada uma revisão geral da literatura, tentando fazer um levantamento das TDICs associadas ao estudo dos MRU e MRUV, destacando o que já se tem sido abordado por alguns trabalhos que versam sobre o tema, tentando criar um cenário amplo sobre o que se tem apresenta na literatura nas últimas décadas, e como estas tecnologias são empregadas em sala de aula.

No Capítulo 4 são apresentados detalhes a respeito de como o trabalho foi realizado, destacando a natureza do estudo, local de aplicação e público alvo, instrumento de coleta de dados e respostas dos estudantes, e por fim, um breve relato sobre a sequência didática aplicada. Destaca-se que ao final deste trabalho, no anexo, encontra-se o produto educacional, o qual traz em detalhes todos os aspectos para a implementação da SD.

Nos Capítulos 5 e 6 são apresentados os resultados e discussões, bem como as conclusões obtidas com a aplicação da SD. No Capítulo 5 é feita uma apresentação geral sobre como estes estudantes foram avaliados, em momento prévio e posterior a aplicação da SD. Além disso, são mostrados detalhes das atividades que foram aplicadas, realizando a separação de tudo segundo o que e como ocorreu em cada um dos seis encontros. Ao final de toda a apresentação, são realizadas as

compilações das análises, e então, apresentadas as considerações finais no Capítulo 6.

Após todos os capítulos e as referências, encontra-se no Apêndice A, na íntegra, o Produto Educacional que foi confeccionado e aplicado, e no Apêndice B, algumas sugestões de *softwares* e outras plataformas que podem ser utilizadas pelo professor ao preparar aulas sobre esta temática de MRU e MRUV.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção em especial está dividida em quatro partes. Na primeira, discute-se um pouco da importância e alguns aspectos gerais relacionados as TDICs, direcionando os olhares para os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), destacando sua versatilidade e utilização para o ensino de Física. Já nas três seções subsequentes são retratados em maiores detalhes alguns dos ODA que foram aplicados neste trabalho, sendo eles o Google Maps, o simulador *Walter Fendt* (WF) e o simulador *Tracker*. Destaca-se que, embora seja abordado um pouco sobre sua utilização e importância, sua aplicação pode ser vista no Produto Educacional, disponível no Apêndice A.

Primeiramente, antes de discutir sobre as TDICs, é interessante entender qual o conceito que existe por detrás de algumas das siglas que aparecem em trabalhos voltados para a aplicação de tecnologias no ensino. Abaixo, são definidos os conceitos sobre TICs, TDICs, OVA e ODA.

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) referem-se a um conjunto de ferramentas, dispositivos e sistemas que permitem a geração, acesso, processamento, compartilhamento e o armazenamento de informações. As TICs têm um impacto significativo em diversas áreas, incluindo educação, negócios e a vida cotidiana, promovendo uma comunicação mais eficiente e o acesso facilitado à informação. Entre os exemplos mais comuns estão computadores, *smartphones*, *tablets*, além de ferramentas como *e-mails*, redes sociais, videoconferências e infraestruturas tecnológicas como a *internet* e serviços de armazenamento em nuvem.

Com a evolução tecnológica, surgiram as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), que representam uma extensão das TICs, focando especialmente nas ferramentas digitais que ampliam a interação no ambiente virtual. As TDICs são particularmente relevantes na educação, onde plataformas como *Google Classroom*¹, *Moodle*² e ambientes virtuais de aprendizagem (AVAs³) têm transformado os métodos de ensino e aprendizado. Além disso, elas englobam

¹ Disponível no endereço eletrônico: <https://classroom.google.com>. Acesso em 29 dez. 2024.

² Disponível no endereço eletrônico: <https://moodle.com/pt-br/>. Acesso em 29 dez. 2024.

³ Os AVAs são criados pelas empresas conforme seu interesse e necessidade. Por exemplo, a CAPES possui uma plataforma que pode ser acessada no endereço eletrônico: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-a-distancia/cursos-ava-capes>. Acesso em 29 dez. 2024.

ferramentas para a produção de conteúdo digital, como editores de vídeo, áudio e *softwares* interativos, assim como recursos que promovem a colaboração, como fóruns e *chats*.

No contexto educacional, destacam-se os Objetos Virtuais de Aprendizagem (OVAs), que são recursos digitais criados para atender a objetivos específicos de ensino e aprendizagem. Os OVAs podem assumir diferentes formas, como simulações interativas, vídeos educacionais e jogos didáticos. Esses recursos são projetados para serem reutilizáveis em diversos contextos, tornando-se ferramentas valiosas para o ensino mediado pela tecnologia.

De maneira semelhante, os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODAs) também são recursos digitais utilizados na educação, mas com ênfase no formato digital e interativo. Eles incluem materiais como *e-books*, *podcasts*, áudios educativos e aplicativos para *smartphones*, que oferecem flexibilidade e inovação no processo de aprendizagem. Assim como os OVAs, os ODAs são projetados para facilitar o aprendizado, permitindo a personalização de estratégias educacionais e promovendo maior engajamento dos estudantes.

Em síntese, as TICs e TDICs fornecem a base tecnológica necessária para transformar o ensino e a aprendizagem, enquanto os OVAs e ODAs se apresentam como recursos que aproveitam essas tecnologias para criar experiências educacionais mais dinâmicas e eficazes.

2.1 TDICs no Ensino de Física

Em uma sociedade contemporânea que valoriza a busca pelo conhecimento e a eficácia na aprendizagem, um grande aliado para os profissionais de educação são os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA). Estes objetos representam recursos digitais que podem ser utilizados para auxiliar os processos de ensino e aprendizagem. No caso das Ciências da Natureza, por exemplo, uma grande referência no caso de simuladores é a plataforma do *PhET Colorado*⁴, considerada uma referência tanto para educadores, quanto para estudantes. Desde antes da virada do século XXI, os avanços tecnológicos já estavam se expandindo, marcando e modificando o mundo de forma significativa. Porém, principalmente nas últimas

⁴ Disponível no endereço eletrônico: https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Acesso em 29 dez. 2024.

décadas, o *boom* tecnológico atingiu patamares muito elevados, permitindo que quase toda a população pudesse passar a ter acesso a equipamentos e acesso a este grandioso mundo da tecnologia. Atrelado a tudo isso, as inovações tecnológicas impactam também o ambiente escolar, como coloca Nerling (2021, p. 12):

O envolvimento com as tecnologias digitais dos alunos, possibilita a construção do conhecimento de uma forma dinâmica, inovadora, criativa e, sobretudo, carregada de significado e sentido, associada a um processo desafiador e compartilhado. (Nerling, 2021, p.12).

Portanto, os ODA oferecem oportunidades excepcionais para aprimorar habilidades, ampliar conhecimentos, mantendo-se atualizados em um cenário em constante evolução. Assim, a história e o desenvolvimento das tecnologias, especialmente no contexto dos Objetos Digitais de Aprendizagem, vêm influenciando diretamente a constituição da sociedade moderna. Segundo Machado e Sá Filho (2003), os recursos digitais podem ser usados, reutilizados e combinados com outros objetos para formar um ambiente de aprendizado rico e flexível.

No entanto, as tecnologias emergentes continuam a moldar o mundo de maneiras inimagináveis. A internet, por exemplo, alterou fundamentalmente a forma como ocorre a comunicação e a comercialização de produtos. O mais importante em todas estas tecnologias emergentes é que são ferramentas complementares que ajudam o utilizador na aventura do saber e do conhecimento (Fernandes, 2022).

A questão aqui é entender como este avanço tecnológico e a facilitação que eles criam podem ser aproveitados no contexto do ensino e aprendizagem. Segundo Moreira (2003, p. 41), “A aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária”. O avanço das tecnologias acaba, quando devidamente utilizado, podendo ser visto como uma ferramenta para se estabelecer a aprendizagem significativa, como proposta por Ausubel. Além de trazer para a sala de aula algo voltado ao lúdico, ou para o potencialmente lúdico como apresentam Pedroza (2005) e Luckesi (2014), é possível dizer que trabalhar com os ODA permite que os estudantes possam fazer uso dos seus conhecimentos prévios e de situações ligadas ao cotidiano para dar um novo enfoque ao estudo de determinados conteúdos, facilitando assim com que eles alcancem o objetivo almejado pelo professor ao criar tais aulas diferenciadas, de consolidar o que está sendo observado e estudado, interiorizando e consolidando este novo conhecimento. Em suma, os ODA proporcionam aulas dinâmicas, e isso potencializa, caso corretamente utilizado, o

processo de ensino e aprendizagem, e mais, podendo atrelar isso à aprendizagem significativa.

É importante destacar que os estudantes possuem familiaridade e habilidades no uso das ferramentas digitais. As vezes, pode ser que sua familiaridade não esteja relacionada diretamente com os aplicativos e simuladores que serão utilizados, contudo, devido a este excesso de convívio com o ambiente tecnológico, o uso de diferentes tipos de aplicativos, e ainda, o fato dos estudantes do Ensino Médio, hoje, poderem estar classificados dentro da categoria “nativos digitais”, como aponta Prensky (2001), ou seja, crianças e jovens que nasceram neste era digital, e apresentam grande facilidade em lidar com as tecnologias, fica fácil para o professor inserir o uso das tecnologias em sua aula. Assim, cabe aos professores incentivar e motivar os estudantes a utilizar essas tecnologias para enriquecer seu próprio aprendizado. Presando pela integração segura dessas tecnologias na sala de aula é que esta pesquisa possui por essencial a transmissão eficaz do conhecimento por meio desta.

De acordo com Nerling (2021), a educação é um processo onde estão presentes toda uma dinâmica de ações e relações, entre as pessoas e grupos. Desta forma, a inclusão digital não apenas proporcionará aos estudantes uma compreensão consciente das plataformas digitais, mas também facilitará uma aprendizagem saudável sobre essas tecnologias e os conteúdos propostos. No contexto escolar percebe-se as inúmeras possibilidades de acesso ao conhecimento que essas ferramentas proporcionam, onde tanto professores quanto estudantes têm acesso a tecnologias avançadas, e a uma apresentação diferenciada dos conceitos de Física. Tudo que se necessita para que os estudantes possam adentrar nesse novo e inovador universo de estudos contextualizados são dispositivos eletrônicos sofisticados que, décadas atrás nem se imaginaria estarem presentes com tamanha facilidade, e hoje, a maioria dos estudantes possui literalmente, nas mãos.

Como Frederico e Gianotto (2013) afirmam, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs), em atividades virtuais tem um impacto positivo no ensino da Física. Lembrando que quando se refere a TDICs, transitar destas para os ODA é como atravessar uma tênue linha, tendo visto que os ODA são alguns dos meios para fazer com que as TDICs ocorram.

Ainda em seu estudo Frederico e Gianotto (2013, p. 46), com sugerem:

A Física e Matemática são algumas das disciplinas que lideram o ranking de reprovações em todo Brasil. Não diferentemente de outras disciplinas, acredita-se que podem vir a melhorar substancialmente com o uso de tecnologias inovadoras. É um recurso adicional que pode contribuir significativamente para tornar as aulas muito mais dinâmicas e prazerosas de serem trabalhadas. A quantidade de possibilidades de trato diferenciado dos conteúdos matemáticos é tão vasta que chega a ser estupidez não fazer uso desses recursos. (Frederico e Gianotto, 2013, p.46)

Além disso, cada vez mais os alunos estão imersos nas TDICs, especialmente por meio de computadores e dispositivos móveis. Pois, as simulações virtuais (ODA) têm sido usadas para facilitar a compreensão de fenômenos naturais e conceitos científicos fundamentais. Espero que neste momento fique claro como ocorre essa correlação entre os dois termos com os quais este trabalho acaba por lidar e tratar. Embora sejam distintos, eles são correlacionados, e falar sobre os ODA, significa dar um aspecto claro para qual tipo de tecnologia digital é tentado abordar.

2.1.1 O aplicativo Google Maps

Embora tenha-se destacado como os estudantes possuem facilidades para lidar e trabalhar com os mais diversos aplicativos, muitos deles apresentam uma gama de informações que podem acabar causando grande distração aos estudantes, ainda mais quando estes são colocados para interagir e explorar mais a fundo suas funções e possibilidade apresentadas. Desta maneira, e ainda, visando propiciar um processo interdisciplinar em sala de aula é que antecipadamente, planejado junto ao professor de história foram trabalhados alguns conteúdos utilizando o aplicativo *Google Maps*, como parte integrante do plano de aula de ambos os professores. Esta escolha em particular parte da ideia de Neu (2014), que sugere que o uso desses tipos de ferramentas pode despertar interesse dos alunos para diversos assuntos da História. Enquanto no contexto da História a ferramenta sugere a investigação e apreciação de fatos históricos ao redor do mundo, podendo ser observadas fotos de casos e lugares marcantes, no contexto da Física, explora-se o *Google Maps* tentando relacionar a ideia de MRU, quando se cria uma rota que conecta dois pontos distintos no mapa. Embora muitas das vezes o trajeto seja claramente cheio de curvas, e siga alguns aspectos de caminhos e sinalizações de trânsito, a ideia geral por detrás deste estudo está atrelada simples e basicamente aos princípios de um MRU.

Muitos são os aspectos e detalhes que podem ser discutidos a respeito deste aplicativo, contudo, para que esta seção não fique exacerbadamente carregada com detalhes que podem ser até mesmo óbvios para a maioria das pessoas, é sugerido que qualquer detalhamento extra quanto a suas ferramentas e outros detalhes a respeito dele sejam pesquisados na internet, onde existem uma ampla variedade de guias e tutoriais sobre como explorar a fundo muitas das funcionalidades do aplicativo. Caso seja do interesse do leitor, será deixada uma sugestão de guia em nota de rodapé⁵.

Conquanto tenha sido dado uma perspectiva geral sobre o assunto, vale destacar em maiores detalhes sua implementação na Física, visto ser um dos objetos utilizados neste trabalho. De acordo alguns destaques que podem ser retirados do trabalho de Correia e Da Silva (2019), algumas abordagens que podem ser realizadas com o aplicativo são: realizar cálculos de distância em linha reta entre dois pontos e o real deslocamento para ir de um ponto ao outro, buscando promover discussões sobre como os valores apresentados relacionam-se aos conceitos de deslocamento e trajetória; em relação aos valores de velocidade média e tempo, podendo estimar qual será o tempo de viagem entre dois pontos, a partir da velocidade máxima permitida na via, ou então, para a velocidade média de deslocamento de determinados meios de transporte; ao criar gráficos de movimento, sendo possível analisar o perfil de elevação em uma rota, bem como criar gráficos de posição ou velocidade em função do tempo.

Embora pareça algo muito simples, pensar que praticamente tudo que se calcula com o *Google Maps* é proveniente de uma análise simples de MRU, muitos aspectos acabam sendo explorados simultaneamente, e a depender dos pontos escolhidos, embora o aplicativo não se preocupe muito em abordar a ideia de velocidade instantânea, ele acaba criando e adequando suas estimativas de tempo de viagem, por exemplo, com base nas condições de tráfego em dada região, impactando nas prévias obtidas, e ainda, sugerindo mudanças de rotas para tentar oferecer um melhor resultado para a realização do deslocamento planejado, sem tantos desvios, mas com uma maior fluidez. Todos estes aspectos podem ser observados e trabalhados com os estudantes, fazendo-os tentar criar explicações de como tais

⁵ Disponível no endereço eletrônico: <https://www.tecmundo.com.br/internet/215896-guia-completo-usar-google-maps.htm> - Acesso em 21 dez. 2024.

questões são feitas, quais escolhas e quais impactos devem ser levados em consideração.

Os trabalhos com o aplicativo podem receber os mais distintos enfoques, podendo o professor ainda abordar conceitos como a ideia de referencial, coordenadas geográficas, além é claro das funcionalidades que mesclam, por exemplo, as imagens de satélite de uma determinada região, permitindo aos estudantes observarem, criarem, e até mesmo, utilizando a funcionalidade do *Street View*, percorram de maneira virtual determinadas regiões. Ademais, até mesmo se faz possível elaborar e aplicar durante a aula, atividades que envolvam horários para realizar determinados deslocamentos, como por exemplo, na utilização de itinerários para deslocar-se entre o ponto de partida e o ponto de chegada utilizando diferentes métodos de transporte, até mesmo, coletivos urbanos (Cunha, 2017).

Na Figura 1 é apresentada uma imagem do aplicativo fazendo menção a funcionalidade de ponto referencial. Neste caso, mesmo sem saber nada sobre dada localidade, com base em algumas referências geográficas, de nome, por exemplo, é possível chegar à localização das pirâmides do Egito, tendo até mesmo uma maior gama de opções para selecionar, como se pode observar no canto esquerdo, onde são feitas as sugestões das Pirâmides de Gizé, Pirâmide de Quéops, Pirâmide Vermelha, dentre outras. Tais aspectos permitem que os estudantes explorem e criem situações das mais diversas possíveis, sem nem mesmo conhecer pessoalmente os locais por eles trabalhados.

Figura 1 - Captura de tela de uma pesquisa do ponto de referência “Pirâmides do Egito”, no aplicativo *Google Maps*.



Fonte: Captura de tela do aplicativo *Google Maps*, (2024).

2.1.2 O simulador Walter Fendt (WF)

Nesta seção em especial será tratado um pouco sobre um simulador que vem contribuindo com os avanços na área da educação em Física, conhecido como simulador WF⁶, este programa faz menção às contribuições de *Walter Fendt*, desenvolvido inicialmente para tratar tópicos da Mecânica Clássica, incluindo tópicos como o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), hoje acaba por abordar simulações de diversas áreas da Física. O projeto foi desenvolvido na Alemanha, e devido ao seu impacto positivo, ganhou traduções para diversos idiomas, disponibilizando simulações interativas, online, que simplificam a compreensão dos conceitos, tornando o ensino mais envolvente e acessível para estudantes em todo o mundo.

A utilização do simulador WF no estudo do MRU oportuniza o deslocamento de um objeto com velocidade constante ao longo de uma trajetória linear. Essas simulações permitem que os estudantes ajustem variáveis como a velocidade inicial e a posição inicial, observando como essas alterações impactam o comportamento do objeto ao longo do tempo. Esse método contribui para uma compreensão mais intuitiva das características do MRU. O interessante é que tais simulações permitem ir além do aplicativo. Os estudantes podem tentar reproduzir algumas das suas simulações com posição e velocidade constante dentro da própria sala de aula, verificando *in loco* o que estão simulando, e comprovando isso.

De maneira semelhante, no contexto do MRUV, o *Fendt* disponibiliza simulações que abordam o movimento de objetos acelerados uniformemente. Os alunos podem interagir com essas simulações, ajustando a aceleração, a velocidade inicial e a posição inicial, permitindo-lhes explorar como esses fatores influenciam o deslocamento ao longo do tempo. Essas simulações visuais desempenham um papel crucial na consolidação de conceitos teóricos, proporcionando uma compreensão prática dos princípios do MRUV. Neste caso, destaca-se o grande diferencial do aplicativo, visto que controlar a aceleração em simulações em sala de aula, e tentar reproduzir os resultados é algo muito mais complexo. Contudo, não deixa de ser uma alternativa para mostrar aos estudantes a importância das ferramentas que dispõe.

⁶ Disponível no endereço eletrônico: <https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/> - Acesso em 21 dez. 2024.

O trabalho de *Walter Fendt* é particularmente valioso em ambientes de aprendizado online, nos quais os alunos podem acessar essas simulações de qualquer lugar. Essas ferramentas interativas não apenas tornam o aprendizado da Física mais envolvente, mas também permitem que os estudantes visualizem e experimentem conceitos abstratos, promovendo uma compreensão mais profunda e duradoura do conteúdo. Os recursos desenvolvidos neste simulador são frequentemente adotados por educadores para enriquecer as aulas tradicionais, proporcionando uma abordagem mais dinâmica e prática para o ensino de MRU e MRUV, através dessas tecnologias. O uso de simuladores e softwares facilitam a compreensão de alguns fenômenos por parte dos estudantes pois, permitem fazer simulações de situações que não são possíveis de serem observadas com facilidade (Ferreira, 2021).

Na Figura 2 é apresentado um pequeno recorte da página *online* do simulador WF, onde é possível observar os diversos idiomas nos quais a plataforma é disponibilizada, além dos diversos tipos de simulações disponíveis, neste caso, na área da Física que trata sobre Mecânica dos corpos.

Figura 2 - Captura de tela do site do simulador *Walter Fendt* contendo diversas opções de simulações de experimentos de Mecânica.

Mecânica	
Movimento com aceleração constante	2.11.2000 - 22.12.2017
Equilíbrio entre três forças	11.3.2000 - 22.12.2017
Resultante de forças (Adição de vectores)	2.11.1998 - 22.12.2017
Decomposição de uma força nas suas componentes	30.5.2003 - 22.12.2017
Sistema de roldanas	24.3.1998 - 22.12.2017
Princípio das alavancas	1.11.1997 - 22.12.2017
Plano inclinado	24.2.1999 - 22.12.2017
Experiência da Segunda Lei de Newton	23.12.1997 - 23.12.2017
Movimento de um projectil	13.9.2000 - 23.12.2017
Colisões elásticas e inelásticas	7.11.1998 - 23.12.2017
Pêndulo de Newton	4.11.1997 - 23.12.2017
Movimento circular uniforme	25.3.2007 - 23.12.2017
Carrossel (Força centrípeta)	10.3.1999 - 23.12.2017

Fonte: Captura de tela do site do simulador Walter Fendt, (2024).

2.1.3 O simulador Tracker

A última ferramenta aqui apresentada é o simulador *Tracker*⁷. Trata-se de um *software* que também pode ser utilizado por meio de um navegador de internet, permitindo aos estudantes realizarem um estudo detalhado de vídeos que sejam carregados neste programa, analisando e compreendendo de forma dinâmica o que está ocorrendo em cada momento do movimento observado no vídeo. Ele possibilita que os estudantes sejam sujeitos centrais e ativos das práticas experimentais pelo o fato de filmarem os eventos físicos para obtenção e manipulação dos dados (Cordeiro e Rodrigues, 2019). O programa em questão foi desenvolvido por Douglas Brown, professor da faculdade de Cabrillo College, na Califórnia, (EUA). Assim como os demais casos apresentados, trata-se de um programa gratuito, desenvolvido especialmente para facilitar e tentar revolucionar o ensino da Física, fornecendo ferramentas para análise de dados que muitas vezes não estão disponíveis nos laboratórios dos colégios.

Segundo Cordeiro e Rodrigues (2019, p. 3):

O Tracker possibilita integrar medidas, uma vez que esse software fornece espontaneamente os valores de distância diante de um padrão (que pode ser uma escala graduada colocada no pano de fundo da filmagem). Além disso, o Tracker reconhece automaticamente a quantidade de quadros por segundo utilizada pela câmera digital ou pelo celular. Ademais, os dados de posição e tempo são apresentados em uma tela que possibilita a análise e manipulação desses dados de forma simples e rápida. (Cordeiro e Rodrigues, 2019, p.3).

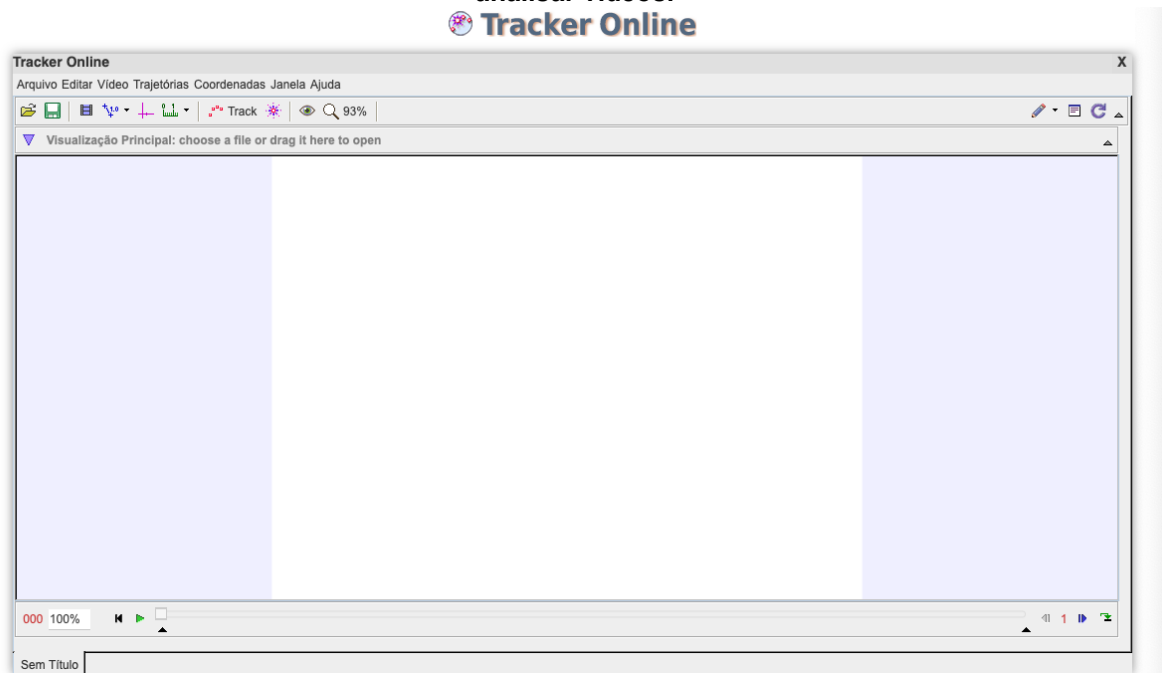
Portanto, o simulador promove uma educação mais eficaz e significativa em Física, integrando a experimentação prática, análise de dados e *feedback* personalizado. Utilizado com finalidade didática, é um programa livre para análise de vídeos e imagens quadro a quadro (Martins *et al.*, 2013).

Segundo Parreira (2018), todos os assuntos tratados em Mecânica no Ensino Médio e no ciclo básico do Ensino Superior são contemplados por essas práticas. Ou seja, é possível contemplar problemas reais, experimentos feitos pelos próprios estudantes, possibilitando a observação detalhada e o tratamento dos dados na própria sala de aula, pelos próprios estudantes. É um programa deveras abrangente e poderoso, o qual pode ser facilmente trabalhado e entendido pelos estudantes, sem que seja necessária grande intervenção por parte do professor.

⁷ Disponível no endereço eletrônico: <https://physlets.org/tracker/trackerJS/> - Acesso em 21 dez. 2024.

Na Figura 3 é mostrada a tela inicial do aplicativo aberto por meio de um navegador padrão, sem que para isso seja necessária a instalação de qualquer programa, ou mesmo de um computador. O maior desafio para os estudantes, o qual deve ser contornado com o auxílio do professor, é entender os mecanismos base de funcionamento do programa, ou então, fornecer guias traduzidos em língua portuguesa, visto se tratar de um programa originalmente feito em língua inglesa.

Figura 3 - Captura de tela do site do simulador *Tracker* contendo a interface para importar e analisar vídeos.



Fonte: Captura de tela do site do simulador *Tracker*, (2024).

2.2 Ensino de Física no Ensino Médio

Nesta seção objetiva-se tratar um pouco sobre a visão geral de diversos modelos pedagógicos de ensino, destacando como estes podem ser vistos e abordados nos processos de ensino e aprendizagem da Física. Em seguida, propõe-se discutir um pouco sobre a formação docente e os tipos de linguagem matemática e tratamento vetorial que foram e são ofertados para as turmas do Ensino Médio público.

2.2.1 Modelos pedagógicos de ensino

Iniciando com a ideia do modelo pedagógico construtivismo embasado pelas ideias de Piaget (1975), ele propõe que o estudante construa seu conhecimento a partir de experiências anteriores que ele carrega. No ensino de Física, essa abordagem pode ser aplicada por meio de experimentos e atividades práticas que permitam aos estudantes formular hipóteses, testar ideias e construir compreensões sobre as leis e fenômenos físicos. A interação com o meio e a exploração ativa de conceitos são os elementos que balizam essa metodologia.

O ensino de Física deve ser fundamentado numa compreensão clara sobre o que é o conhecimento científico. A Física combina a observação de fundamentos naturais com a elaboração de modelos teóricos que explicam esses fundamentos. Essa interação entre teoria e prática implica um equilíbrio entre a execução de experimentos (parte prática), e a formulação de hipóteses e a abstração de conceitos matemáticos (parte teórica). Assim, espera-se que os estudantes sejam levados a entender como os modelos físicos evoluem a partir de observações e experimentações. É claro que tais colocações são mais ou menos viáveis de acordo com cada conteúdo que é abordado, tendo em vista que muitas vezes, infelizmente, não é possível conciliar teoria e prática, ao menos, não de todos os tipos de fenômenos ou características essenciais. Principalmente nestes casos é que se faz crucial conciliar modelos e simulações para auxiliar os estudantes a “observarem” o que na prática não seria possível ou viável, como até mesmo alguns experimentos de queda livre sem resistência do ar.

Segundo Piaget (1975), o conhecimento é construído pelo aluno, e a aprendizagem ocorre através da interação entre a nova informação e as estruturas cognitivas já existentes. No ensino de Física, isso significa que o estudante deve ser incentivado a desenvolver suas próprias explicações para questões físicas, antes de serem apresentados os modelos científicos formais. Essa abordagem facilita a compreensão mais profunda acerca do que se está estudando, pois promove a reconstrução ativa dos conceitos com base em experiências prévias. Cabe ao estudante tentar criar um modelo sobre o que está observando, ou sobre o que está ouvindo falar, para então, ter seu modelo comprovado ou refutado, quando o “correto” for apresentado a ele. Novamente, destaca-se que esta não é uma tarefa simples. Ademais, proporcionar momentos para que isso aconteça pode ser uma tarefa um

tanto quanto complexa e longa, visto que muitas ideias podem ser concebidas, e muitas discussões podem surgir a partir disso, podendo levar a caminhos que as vezes, o professor não está preparado para lidar de forma plenamente adequada.

A ciência é dinâmica e a Física evolui por meio de mudanças de paradigma. Tal colocação é o caminho sugerido e defendido por Kuhn (2013)⁸. Assim, para ensinar Física é necessário entender e perpassar também por toda a evolução histórica, demonstrando como o conhecimento científico é revisado e refinado continuamente. Em sua visão, o avanço da ciência ocorre por rupturas paradigmáticas que reconfiguram o entendimento vigente. Isso deve ser trazido e mostrado para que os estudantes passem a compreender que a ciência é um processo em constante transformação e que novas descobertas podem modificar ou expandir teorias estabelecidas. Um exemplo clássico deste caso é dado ao se relacionar a mecânica clássica com a relatividade. Ambas as teorias apresentam o mesmo embasamento e ancoragem, contudo a relatividade acaba por surgir onde a mecânica clássica falhava que era explicar os casos onde estabelecia-se velocidades muito elevadas para as partículas, próximas à velocidade da luz (em torno dos $3,00 \times 10^8$ m/s)⁹. Desta forma, não é que toda a mecânica clássica fosse deixar de valer e ser utilizada, mas fez-se necessário estabelecer uma nova ferramenta, mais completa, capaz de ser aplicada tanto para os casos clássicos, de baixas velocidades, quanto para os novos casos, com altas velocidades. No entanto, mesmo sendo possível utilizar a relatividade para explicar e resolver todos os casos, sabe-se que não é viável, visto ser uma ferramenta mais complexa e trabalhosa, desnecessária para quase todas as situações corriqueiras onde a mecânica clássica desempenha um papel impecável (Williams, 1970).

Vygotsky (1991) enfatiza a importância das interações sociais e culturais no desenvolvimento cognitivo. No contexto da Física, isso implica a utilização de atividades colaborativas, debates e projetos em grupo para facilitar a construção do conhecimento, considerando o conceito de zona de desenvolvimento proximal, ou seja, os estudantes podem atingir um nível de compreensão mais avançado com o apoio de colegas mais experientes ou de um professor que atue como mediador do

⁸ Destaca-se que esta é uma obra que vem sendo reapresentada com o tempo, sendo esta versão uma complementação, com um apêndice extra, retratando alguns pontos criticados em sua primeira obra, publicada em 1962.

⁹ Conforme apresentado por Halliday, Resnick e Walker (2008).

aprendizado. Assim, faz-se mais necessária ainda a participação e a motivação dos estudantes através do uso de estratégias distintas, integrando e despertando o interesse destes com os conteúdos e os fatos que são abordados.

Popper (2015) argumenta que o progresso científico ocorre por meio da refutação de teorias através da experimentação. Ao ensinar Física, essa abordagem pode ser integrada em atividades experimentais, onde os estudantes testam hipóteses, avaliam resultados e discutem as limitações dos modelos propostos. Essa prática não apenas reforça a natureza empírica da ciência, mas também promove o pensamento crítico. Novamente, este aspecto defronta com uma barreira quase que intransponível quando tratado da realidade de uma sala de aula. Isto ocorre porque a falta de equipamentos e aparatos experimentais de grande qualidade podem acabar por prejudicar ainda mais a visão dos estudantes ao realizar determinados tipos de experimentos, isto é, os experimentos que possam ter condições de realizar. Tendo em vista isso, novamente pode-se observar nas TDICs ou nos ODA uma maneira de tentar contornar essa barreira, ao menos em alguns casos.

Já na visão de Freire (2007), é defendida a ideia da educação crítica e dialógica, onde o aluno é sujeito ativo no processo de aprendizagem. No ensino de Física, essa abordagem pode ser aplicada ao promover questionamentos críticos sobre o uso da ciência e da tecnologia em questões relevantes, os quais podem gerar grandes debates e dividir a turma em grupos com diferentes visões como em assuntos sobre mudanças climáticas, viabilidade e aplicabilidade do uso de fontes de energia renovável e dilemas éticos associados ao avanço tecnológico e o aperfeiçoamento da inteligência artificial. Todos estes temas citados, embora amplos, e as vezes aparentemente destoantes do ensino de Física, trazem consigo uma relevância e uma interdisciplinaridade que pode servir para agregar ainda mais valor aos temas, despertando o interesse dos estudantes e fazendo-os ter que estudar e pesquisar mais sobre os temas para defender suas ideias e convicções.

Perrenoud (1999) argumenta que o ensino deve focar no desenvolvimento de competências, ao invés de simplesmente expor os estudantes aos novos conhecimentos de forma expositiva e passiva. Perrenoud fala sobre a combinação dos saberes, o saber fazer e o saber ser, capacitando os indivíduos a resolver problemas que permeiem contextos reais, permitindo-os se adaptarem a novas situações que possam surgir. Em outras palavras, trata-se muito da ideia de contextualização, propiciando que as pessoas utilizem seus conhecimentos prévios, distintos e

intrínsecos de cada qual e de seu desenvolvimento, para lidar com as novas situações, de forma a se adaptar e superar tal obstáculo. No ensino de Física, isso significa preparar os estudantes para resolver problemas complexos, desafiando-os a construir não somente um conhecimento técnico, mas também criatividade e pensamento crítico. O uso de atividades práticas e simuladores corroboram para que estes estudantes possam aprender a coletar, analisar e interpretar os dados obtidos, de forma a comprovar ou refutar hipóteses e teorias que foram apresentadas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece que o ensino de Ciências da Natureza, incluindo a Física, deve desenvolver competências como a capacidade de investigação, interpretação de dados e resolução de problemas. Outrossim, destaca a importância de estimular o pensamento crítico e a aplicação do conhecimento científico nos mais diversos contextos, desenvolvimento não só a compreensão da ciência, mas também, das implicações sociais associadas. A formação do cidadão crítico não ocorre com base somente no domínio do conteúdo, mas sim da maneira como este pode ser empregado nas mais diversas situações.

Araújo (2017), discute em suas pesquisas sobre o ensino de Física as dificuldades enfrentadas pelos estudantes e como as metodologias ativas, como a sala de aula invertida e o ensino por projetos, podem aumentar o engajamento dos alunos e a compreensão de conceitos complexos. Todas estas metodologias acabam por favorecer a autonomia dos estudantes, incentivando a aplicação dos conhecimentos adquiridos em contextos e situações reais.

No estudo de Becker (2015) sobre o uso de laboratórios de Física, o autor demonstra que a realização de atividades práticas favorece o aprendizado, entretanto, destaca a importância de uma mediação adequada por parte do professor para garantir que os conceitos teóricos sejam devidamente assimilados, permitindo que os estudantes consigam desenvolver uma compreensão mais aprofundada entre as relações práticas e teóricas.

Um dos principais desafios relatados na literatura, como apresentado em alguns trabalhos como os de Júnior (2020), Batista e Schuhmacher (2021), e Andrade, Viviero e Viegas d'Abreu (2024) sobre o ensino de Física, é a dificuldade que os alunos encontram em compreender conceitos abstratos, como as leis do movimento, a teoria da relatividade, circuitos elétricos, dentre outros. Corroborando e somando às colocações dos trabalhos mencionados, é possível destacar, por exemplo, o trabalho de Gaspar (2016) onde é abordada a utilização de analogias e simulações

computacionais como estratégias para tornar esses conteúdos mais acessíveis. Desta forma, pode-se perceber que tal temática é um tanto quanto atual, condizente e necessária. Tomar os avanços tecnológicos para auxiliar e melhorar os processos de ensino e aprendizagem.

De acordo com Chassot (2010), muitos estudantes consideram a Física uma disciplina distante de suas vidas cotidianas. Para superar esse desafio, é necessário contextualizar o ensino de Física, conectando os conteúdos à realidade dos estudantes e aos problemas atuais da sociedade, como as mudanças climáticas, a produção de energia limpa, entre outros, bem como apontado e discutido anteriormente quando apresentadas as ideias de Paulo Freire.

Nussbaum, Zurita e Rodríguez (2018) destacam o papel das novas tecnologias no ensino de Física, especialmente o uso de simulações computacionais para visualização de especificações complexas, como as ondas eletromagnéticas ou a interação entre partículas subatômicas. Ferramentas como o PhET (*Physics Education Technology*), por exemplo, permitem aos estudantes explorar conceitos abstratos de maneira interativa, promovendo um aprendizado mais dinâmico e envolvente. Tais colocações corroboram com todo o apresentado e discutido ao longo desta seção, quando foram apresentados os desafios e os possíveis problemas ao lidar com determinados tipos de atividades experimentais, ou mesmo, ao tratar de assuntos não palpáveis, que exigem abstração e imaginação.

Os diferentes modelos pedagógicos discutidos ao longo desta seção convergem para uma visão mais ampla e integrada do ensino de Física, destacando a importância de conectar teoria e prática, bem como de contextualizar o aprendizado com a realidade dos estudantes, quase que independentemente do modelo escolhido para seguir. Enquanto o construtivismo de Piaget enfatiza a construção do conhecimento a partir de experiências prévias, alinhando-se com metodologias que utilizam experimentos e atividades práticas, a abordagem histórico-cultural de Vygotsky reforça a necessidade de interação social e colaboração no processo de ensino-aprendizagem, aspectos que podem ser amplamente explorados com o uso de TDICs e ferramentas como os ODA.

Não obstante a estes destaques, a visão de Kuhn segue a ideia que a ciência evolui por meio de mudanças paradigmáticas, evidenciando a importância de apresentar aos estudantes a natureza dinâmica e em constante transformação do conhecimento científico. Essa perspectiva incentiva a compreensão de que a Física

não é estática, mas sim um campo em evolução, o que pode motivar os estudantes a se envolverem ativamente na construção de novas ideias, e ainda, buscar pontos que amparem as possíveis refutações que devem fazer ao estudar determinadas situações e os modelos que as descrevem. Observar na prática que, embora muito se fale sobre desprezar o atrito e a resistência do ar, tais aspectos impactam os experimentos realizados, devendo entender que muito do que se formula parte de um caso ideal e facilitado. Observando as abordagens que podem ser realizadas utilizando o simulador WF e o software Tracker, o estudante é capaz, por exemplo, de comprar o mesmo tipo de movimento idealizado, e na perspectiva real, concluindo sobre como são necessárias adequações para que a teoria seja condizente com a realidade, mas neste caso, sem que necessariamente necessite uma ruptura com os conceitos elementares da mecânica clássica, por exemplo.

Por outro lado, a abordagem crítica e dialógica de Freire reforça a necessidade de promover reflexões sobre problemas relevantes e atuais, conectando os conteúdos ao contexto social e à realidade dos estudantes. Essa prática estimula o pensamento crítico e o engajamento com questões que ultrapassam o âmbito escolar, contribuindo para uma formação mais ampla. Embora não seja algo abordado de maneira tão clara e direta através dos simuladores, neste ponto é fácil evidenciar o impacto que o *Google Maps* acaba tendo ao realizar tal conexão. Permitir, que os estudantes entendam melhor e aprendam a explorar os mecanismos da plataforma, justificando e dando coerência aos dados e valores que são ali apresentados, por exemplo, como seria feito o cálculo dos horários de saída e chegada em cada ponto de um itinerário para um percurso que tenha várias paradas e integrações por meio de transporte a pé e de ônibus.

Nesse contexto, ferramentas como os simuladores *Tracker* e *Walter Fendt* exemplificam como conceitos complexos podem ser explorados de maneira interativa e acessível. Essas tecnologias possibilitam que os estudantes testem hipóteses, investiguem fenômenos e reflitam sobre as limitações dos modelos, promovendo o desenvolvimento de competências críticas e criativas, conforme sugerido por Perrenoud.

Ao integrar essas abordagens, o ensino de Física pode transcender a mera “transmissão de conteúdo”, ou seja, este processo unilateral e passivo, tornando-se um processo dinâmico e engajante. Essa pluralidade de modelos pedagógicos demonstra que, ao adaptar-se às demandas do século XXI, é possível construir uma

educação que não apenas esteja focada em fornecer, transmitir conhecimento, mas que esteja preocupada em formar cidadãos críticos, criativos e preparados para os desafios de um mundo em constante transformação. Independente do tipo de metodologia que possa ser escolhida, ou mesmo, da união de diversas delas, uma coisa é cristalina, a utilização das TDICs e os ODA abrem caminho para que os estudantes possam favorecer-se de todas elas.

2.2.2 Formação do Docente

Embora o objetivo do trabalho seja um enfoque nos processos de ensino e aprendizagem, tentando vislumbrar ideias para a implementação de aulas diferenciadas, tomando por base o avanço e a disponibilidade de recursos tecnológicos, tudo isso só é possível de ser imaginado e alcançado quando se dispõe de educadores capacitados e engajados com tal visão. É fato que a forma como os assuntos e as metodologias de ensino eram tratados há algumas décadas destoa das necessidades da sociedade moderna. Tendo isso em vista, esta seção dedica-se a abordar um pouco mais sobre a temática de formação docente, a partir da visão de diversos pesquisadores que se dedicam a esta temática, enfatizando a importância da formação continuada, e o papel que esta acaba tendo para a implementação de novas tecnologias no contexto escolar.

O mundo contemporâneo é caracterizado pela diversidade e pelas novas tecnologias da informação, o que resulta em uma multiplicidade de conhecimentos que permeiam a vida cotidiana, gerando tanto possibilidades quanto incertezas. Nesse contexto, o processo de formação docente também se vê diante desses desafios e oportunidades (Rios, Branco e Habowski, 2019). A educação, enquanto prática social situada historicamente em uma realidade específica, desempenha um papel crucial na sociedade. Diferente da ideia básica que vem à mente de grande parte da sociedade quando se refere ao tema, pensando na educação e nos colégios como meros locais voltados para disseminar um conhecimento pronto e imutável, o verdadeiro papel da educação é ampliar horizontes, transformar vidas, estimular e desenvolver o pensamento crítico e criativo, além de fomentar valores éticos e o exercício pleno da cidadania (Vaillant, 2016).

A Resolução MEC/CNE nº 2/2015 marcou um avanço ao abordar, de maneira específica, os requisitos para que docentes em formação inicial e continuada adquirissem competências no uso das tecnologias digitais, reconhecendo-as como instrumentos culturais indispensáveis (Rios, Branco e Habowski, 2019). Essa regulamentação destaca a importância da formação continuada como mecanismo para adaptação às demandas emergentes e renovação das práticas pedagógicas, especialmente em um cenário de rápidas transformações sociais e tecnológicas (Nóvoa, 2002).

A formação continuada é amplamente reconhecida como um pilar para a valorização da profissão docente. Como colocado por Vaillant (2016), o fornecimento de recursos como infraestrutura, materiais pedagógicos e métodos de ensino é crucial, mas insuficiente sem o papel central dos professores nos esforços para melhorar o sistema educacional. Esse processo abrange dimensões como aprofundamento de conteúdo, aprimoramento de práticas pedagógicas e desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à atuação educacional (Abrucio, 2016).

Freire (2007) ressalta que a formação continuada deve ser um momento de reflexão crítica sobre a prática docente, possibilitando a análise e a superação de práticas anteriores, como no trecho de sua obra Freire (2007, p. 39):

[...] na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática. O próprio discurso teórico, necessário à reflexão crítica, tem de ser de tal modo concreto que quase se confunda com a prática. O seu “distanciamento” epistemológico da prática enquanto objeto de sua análise, deve dela “aproximá-lo” ao máximo. Quanto melhor faça esta operação tanto mais inteligência ganha da prática em análise e maior comunicabilidade exerce entorno da superação da ingenuidade pela rigorosidade. (Freire, 2007, p. 39).

Nesse sentido, a aprendizagem dos educadores é uma jornada contínua que enfatiza a análise crítica das metodologias de ensino como parte integrante do desenvolvimento profissional (Martins, 2020). Esta visão enfatiza que o desenvolvimento profissional de educadores é uma jornada contínua, onde a análise crítica das metodologias de ensino desempenha uma função vital.

Dessa forma é fundamental considerar que, em muitos casos, a formação inicial não é suficiente, uma vez que os recém-formados podem enfrentar desafios ao lidar com situações específicas. Nessas circunstâncias, é necessário buscar apoio na formação continuada para superar os desafios educacionais e socioculturais (Pacheco, 2018).

Os educadores, com suas vivências e conhecimentos, desempenham papéis tanto de formadores quanto de aprendizes, em um processo contínuo de troca e crescimento. Borges e Goi (2018) destacam que a formação continuada é essencial para apoiar os educadores, oferecendo uma base teórica que promove a transformação e a reflexão sobre a prática pedagógica. Essa abordagem não apenas incentiva a adoção de novas metodologias, mas também garante a atualização constante diante das mudanças no campo educacional, resultando em melhorias significativas na prática escolar.

Mais do que acumular novos conhecimentos, a formação contínua deve ser compreendida como um momento de reflexão crítica e aprimoramento, tanto nos aspectos temáticos quanto metodológicos. Ela se configura como um instrumento valioso para integrar a experiência docente com novas perspectivas, fortalecendo a prática pedagógica e sua relevância no contexto educacional em transformação. A formação continuada para professores deve ser vista como um intercâmbio que tem como objetivo ampliar e rebuscar o conhecimento teórico-prático desses profissionais tendo como objetivo principal, que isto gere um impacto positivo na forma como estes educadores conseguem portar-se em sala de aula, alavancando seu sucesso no processo de ensino e aprendizagem (Ganzeli, 2001).

Quando se discorre sobre a forma como a educação está avançando, sobre as metodologias que são aplicadas e o rumo do ensino no país, tem-se na formação continuada uma das ferramentas fundamentais para manter os professores atualizados e conectados com as mudanças e reformulações que por ventura acabam ocorrendo (Santos e de Sá, 2021).

Para compreender melhor a relevância e o impacto da formação continuada, é indispensável abordar as transformações recentes na estrutura educacional brasileira, especialmente a reforma do Novo Ensino Médio. Essa reforma, implementada por meio da Lei nº 13.415/2017¹⁰, introduziu mudanças significativas na organização curricular e nas práticas pedagógicas, impactando diretamente no Ensino Médio e na Educação Profissional e Tecnológica (EPT). Ao priorizar itinerários formativos que oferecem maior flexibilidade e personalização no percurso educacional dos estudantes, a reforma busca alinhar a formação básica às exigências do mundo do trabalho e da sociedade contemporânea.

¹⁰ Disponível no endereço eletrônico: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/113415.htm>. Acesso em 27 dez. 2024.

No entanto, sua implementação suscita debates sobre como garantir equidade, qualidade e uma formação integral para todos os jovens brasileiros. Nesse contexto, a formação continuada dos docentes emerge como um eixo estratégico para superar os desafios impostos por essa nova realidade, promovendo reflexões sobre práticas pedagógicas e a integração efetiva entre a educação básica e a formação profissional. Tais mudanças acabam por destacar a importância de entender que a formação continuada não diz respeito somente a uma complementação sobre os conhecimentos do professor, bem como também não se refere somente a uma melhora e no aprendizado de novas técnicas e estratégias didáticas. Os docentes acabam por ter nestes momentos uma oportunidade para se adequarem às mudanças, preparando-se para enfrentar novas realidades, novas exigências na maneira como devem abordar o ensino, e o enfoque que este pode acabar tendo, com base em uma nova visão, dita como multidisciplinar e separada segundo os eixos de interesse.

Note que este assunto, embora possa parecer destoar com a escrita e a ideia geral do trabalho, acaba por esbarrar em um aspecto crucial, que deve ser devidamente enfatizado no que se refere às mudanças na maneira como ocorrem os processos de ensino e aprendizagem. Discorre-se muito sobre chamar atenção do estudante para um novo tipo de aprendizagem, integra-lo ao cotidiano e a processos tecnológicos. Contudo, essas grandes mudanças propostas e implementadas ao longo dos últimos governos, com esta reforma, acabam forçando uma adequação por parte de professores e estudantes. Assim, associar as TDICs surge não simplesmente como uma nova proposta, mas sim como uma futura realidade, a qual irá, eventualmente, acabar sendo cada vez mais forçada por meio dos materiais didáticos. Oras, são investimentos em infraestrutura que a população cobra, e isso acaba vindo com um custo e uma necessidade de prestação de contas, neste caso, embutida como em novas formas e processos de ensino. Desta maneira, cabe aos professores de hoje aprenderem e se articularem para poder ofertar algo ainda melhor, algo que seja mais condizente às suas turmas e suas peculiaridades.

O docente deve ser capaz de integrar saberes gerais e específicos, promovendo um ensino que articule competências instrumentais, produtivas e inovadoras. Assim, o educador atua como um mediador entre o domínio técnico e o desenvolvimento humano, fomentando práticas pedagógicas que estimulem a reflexão crítica e a capacidade de adaptação às novas demandas da sociedade. Ou

seja, mais do que todos os aspectos já discutidos e apresentados até aqui, a necessidade de adequação por parte do docente acaba, mesmo que sem sua escolha, tendo que ocorrer em múltiplas frentes, de forma que consigam se manter atualizados com as demandas das instituições de ensino, tornando esta tarefa ainda mais complexa (Gariglio e Burnier, 2017).

Não que os autores deste trabalho queiram se posicionar e defender ou então, criticar estas mudanças. Neste caso, são apontados os aspectos que vêm sendo utilizados para embasar tal implementação, e ainda, como isso acaba impactando na formação dos estudantes. A integração entre educação básica e profissional é essencial para que os jovens possam compreender e participar ativamente das transformações econômicas e sociais. Nesse sentido, a formação continuada dos docentes emerge como um elemento central, pois envolve o repensar constante das práticas pedagógicas e a incorporação de valores éticos, políticos e sociais no processo educativo. Essa formação não deve se restringir a momentos pontuais de capacitação, mas deve ser contínua e integrada, promovendo a troca de experiências e a reflexão coletiva sobre a prática docente.

Dessa forma, a escola deve ter a função de formar profissionais capazes de atuar em diferentes áreas e com diferentes tecnologias. Além disso, a educação básica e profissional deve levar em consideração as demandas do mercado de trabalho, mas não pode se reduzir a elas, pois sua função é formar seres humanos plenos e não apenas trabalhadores especializados.

2.2.3 Informações vetoriais e derivadas na linguagem do Ensino Médio

Uma das grandes dificuldades encontradas pelos estudantes em sua jornada ao longo do Ensino Médio, no que diz respeito ao aprendizado de Física é superar as dificuldades associadas ao entendimento, domínio e utilização de linguagens matemáticas apropriadas para os problemas com os quais devem lidar. Muitas vezes os estudantes acabam se desmotivando e obtendo maus resultados, não porque desconhecem os conceitos físicos envolvidos, mas sim, porque não conseguem lidar de maneira apropriada com as questões matemáticas ali presentes (Mendes e Batista, 2016). Desta maneira, mais do que simplesmente falar sobre a relevância das TDICs para o ensino de Física, amparado, por exemplo pelas discussões trazidas por Moreira

(2021), almeja-se destacar a importância de utilizar as tecnologias para ensinar conceitos como vetores e noções básicas de derivadas para os estudantes, complementando sua formação, e ainda, facilitando para que estes estudantes possam aprender a utilizar de maneira adequada e eficaz essas ferramentas, tentando amenizar os problemas matemáticos durante o aprendizado da Física.

O ensino de informações vetoriais e derivadas no contexto do ensino médio aborda a importância desses conceitos na formação matemática e científica dos estudantes, além de discutir métodos pedagógicos eficazes e as dificuldades comuns enfrentadas pelos estudantes. O ensino de vetores e derivadas no nível médio proporciona uma base sólida para disciplinas como física e cálculo, preparando os alunos para áreas técnicas e científicas no ensino superior.

Os vetores são elementos matemáticos que representam grandezas com magnitude e direção, sendo amplamente utilizados na física para descrever forças, deslocamentos e outras grandezas. No ensino médio, a introdução aos vetores abrange operações como soma, subtração e multiplicação por escalar, além de aplicações em situações reais (Almeida e Santos, 2021). Por outro lado, as derivadas, abordadas principalmente no contexto de introdução ao cálculo, representam taxas de variação e são fundamentais para entender mudanças em diversas áreas, como o crescimento populacional e o comportamento de objetos em movimento (Silva, Santos e Ferreira, 2020).

O ensino de vetores no ensino médio frequentemente apresenta desafios relacionados à visualização e compreensão conceitual. Oliveira e Castro (2019) indicam que o uso de representações gráficas e softwares de simulação pode facilitar o aprendizado. Utilizar ferramentas visuais permite que os estudantes explorem vetores de forma intuitiva, compreendendo a relação entre magnitude e direção em diferentes contextos. Além disso, o ensino contextualizado, que utiliza problemas práticos e interdisciplinares, tem mostrado ser eficaz para motivar os estudantes e melhorar a compreensão sobre este assunto (Martins *et al.*, 2013).

A introdução de derivadas no ensino médio visa oferecer uma visão preliminar do cálculo diferencial. Para muitos estudantes, as derivadas podem parecer abstratas, especialmente quando apresentadas sem um contexto prático. O uso de exemplos do cotidiano, como a velocidade de um carro em movimento ou o crescimento de uma planta, ajuda os estudantes a entender o conceito de taxa de variação. Gomes e Ferreira (2022) mostram que a abordagem experimental, com atividades práticas e

softwares de modelagem, auxilia os estudantes a visualizar e calcular derivadas de funções simples (Gomes e Ferreira, 2022).

As Ferramentas tecnológicas, como softwares de dinâmicos de matemática e simuladores, têm sido cada vez mais incorporadas ao ensino de vetores e derivadas. Aplicativos de gráficos e modelagem permitem que os estudantes manipulem vetores e derivadas, observando como pequenas mudanças afetam as grandezas envolvidas. Esse tipo de aprendizado visual e interativo é especialmente útil para conceitos que exigem compreensão espacial e dinâmica, como as derivadas e operações vetoriais (Rodrigues, Lima e Mendes, 2023).

Entre as principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes estão a abstração matemática, a compreensão do conceito de direção e magnitude em vetores e a interpretação de taxas de variação. Estudos indicam que uma abordagem gradual, que introduz vetores e derivadas de forma incremental e integrada a problemas reais, pode minimizar essas dificuldades (Silva e Costa, 2023). Outro método que tem se mostrado eficaz é a aprendizagem baseada em problemas (ABP), que desafia os estudantes a resolver situações reais usando vetores e derivadas, promovendo a aplicação prática dos conceitos e estimulando o pensamento crítico.

O ensino de vetores e derivadas no ensino médio é essencial para construir uma base sólida de conhecimento matemático e científico. Os métodos pedagógicos que incorporam tecnologias, representações visuais e contextos práticos têm mostrado ser eficazes para melhorar a compreensão desses conceitos. O desenvolvimento contínuo de novas abordagens e tecnologias educacionais promete fortalecer o aprendizado de vetores e derivadas, preparando os estudantes para desafios mais avançados no ensino superior.

2.3 Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Através da análise do questionário espera-se ter uma visão mais clara sobre como foi o aproveitamento por parte dos estudantes, destacando os pontos que podem necessitar maior atenção ao dar continuidade ao processo de ensino, ou mesmo em sua conclusão. Como colocam Batista e Gomes (2021), a avaliação não serve somente para o que aprende, mas também para o que ensina. Ou seja, espera-se que o docente possa analisar todos os pontos positivos e negativos do processo

de ensino e aprendizagem, de forma que ele melhore suas tratativas e possa dar maior atenção a lacunas no aprendizado que podem ser consideradas mais críticas, e que necessitam de uma nova intervenção.

Tendo em vista o objetivo geral que norteia este trabalho, que é poder desenvolver uma abordagem, uma sequência didática que garanta, por meio de todos os motivos já destacados, garantir um melhor aproveitamento por parte dos estudantes, faz-se necessário utilizar uma metodologia bem fundamentada e consolidada, de forma a tentar demonstrar que houve uma melhora no aprendizado dos estudantes com a implementação deste estudo em específico. Para tal, uma das alternativas encontradas, a qual vai ao encontro das ideias e aspectos que os autores acreditam, é a aprendizagem significativa de David Ausubel, a qual pretende-se discutir um pouco nesta seção.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, como é conhecida, foi apresentada em 1963 em seu trabalho “The psychology of meaningful verbal learning” (Ausubel, 1963). O trabalho de Ausubel parte de uma visão pautada em aspectos da psicologia, visto sua formação e atuação. Contudo, os impactos deste trabalho transcenderam a ideia inicial de sua aplicação, sendo estudado e modelado por outros pesquisadores para que pudesse se encaixar e ser aplicada em outras áreas. A aprendizagem significativa pauta-se na importância e no impacto positivo de que novos conhecimentos sejam integrados à estrutura cognitiva que cada pessoa carrega consigo. Ou seja, de uma maneira bem simplificada, poder dizer que um determinado conteúdo que é aprendido poderá ser melhor internalizado pelo estudante caso este carregue conexões com aspectos que esta pessoa já traz, e que possam ser utilizados como um ponto para ancoragem dos novos aprendizados.

Outro aspecto importante associado a tal conceito é que a aprendizagem seja mais eficaz, e ainda, que ela seja de longa duração. Assim, como sugerem Silva, Souza e Lima (2021), existem muitos desafios para transpor, principalmente em relação aos estudantes que não querem e não fazem questão de aprender um determinado conteúdo. Com a ideia da aprendizagem significativa, atrelada a outras estratégias, espera-se que os estudantes passem a ter um maior interesse pelo que está sendo estudado, uma vez que tais conceitos passam a ter relação com situações ou momentos já vivenciados por estes, fazendo com que os conceitos ali apresentados sejam somados a tais experiências, não sendo descartados ao final de um ano letivo ou após a realização de uma atividade avaliativa.

Como proposto por Ausubel, Novak e Hanesian (1980), caso seja necessário resumir toda a psicologia educacional em uma única ideia, seria assertivo afirmar que o fator mais significativo que influencia a aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe. O cerne da teoria de Ausubel é que as novas informações adquirem significado por meio da interação, não simplesmente da associação, com elementos pertinentes já presentes na estrutura cognitiva. Esses elementos, por sua vez, sofrem modificações durante esse processo, sendo reformulados e remodelados.

Desta maneira, é fundamental que o material utilizado no processo ensino aprendizagem seja intrinsecamente significativo e que o aprendiz tenha a motivação para aprender. Este é o ponto que norteia e motiva o desenvolvimento deste trabalho em especial. Almeja-se, com base em materiais interativos, e no uso de diferentes ODA, chamar a atenção dos estudantes para os conteúdos de Física que fazem parte do seu cotidiano, facilitando com que eles possam aprender as novas teorias por meio da investigação, e ainda, atrelar tal novo conhecimento que está sendo construído ao que já vivenciam corriqueiramente, a base que Ausubel destaca. Confeccionar um material diferenciado, neste caso, a SD, não significa ter que elaborar algo completamente inovador, mas sim, encontrar maneiras de integrar coisas simples, e potencialmente lúdicas, aos assuntos que se deseja abordar. A partir da relação substancial e não arbitrária entre o material logicamente significativo e a estrutura cognitiva, é que o significado psicológico emerge e cujos componentes frequentemente são singulares para cada indivíduo (Moreira e Masini, 2006).

Moreira (2015), explica que, conforme os princípios cognitivistas, Ausubel define a aprendizagem como uma relação entre a organização e integração do conhecimento na estrutura cognitiva do aprendiz. Diante disso, cabe ao professor identificar e utilizar os conhecimentos já adquiridos pelos alunos para orientar o processo de ensino de forma eficaz.

Esse processo é altamente pessoal e varia de uma pessoa para outra, pois cada indivíduo possui uma abordagem específica para fazer essas conexões. Para que essa ligação seja efetuada, o aprendiz deve adotar uma atitude proativa, já que é necessário esforço para integrar o novo conhecimento de maneira significativa aos conhecimentos já adquiridos. A qual Ausubel define como conceito subsunçor ou simplesmente subsunçor (Moreira, 2015).

Ancorar-se em um conhecimento ou em experiências que os estudantes carregam, contudo, também acabam tendo seus impactos em tudo que será

apresentado para eles. Como apresenta Peduzi (2001), não é possível ignorar toda a linguagem conceitual que o aluno traz ao se deparar com o ensino de Física na escola. Um exemplo clássico que pode ser citado para ilustrar tal colocação é o uso das palavras peso e calor. Embora sejam palavras que muitas vezes são empregadas de maneira errada, devendo ser substituídas por massa e temperatura, estes são padrões que os estudantes carregam, e que dificilmente serão modificados, visto se tratar de um aspecto muito enraizado em sua mente (Silva, 2024). Contudo, não é que o estudante sairá sem saber sobre o seu uso errado. A ideia é que, mesmo que este não consiga mudar a terminologia utilizada, ele acabe tendo ideia do que cada palavra realmente significa.

Considerando que as gerações atuais mostram habilidades significativas no uso das mídias digitais, é que esta pesquisa propõe explorar estes dispositivos na tentativa de melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Tendo em vista que celulares, tablets e computadores estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, e que estes acabam sendo amplamente utilizados para resolver os mais diversos problemas, a ideia é tentar tirar proveito desse fato, mostrando como eles podem ser utilizados de maneira cativante e eficaz para auxiliar na visualização e na aprendizagem dos conceitos abordados em sala de aula.

Reforçando o que foi visto e discutido, seguindo os princípios delineados por Ausubel (1963), a aprendizagem significativa exige que os conceitos sejam relevantes para o contexto do estudante. Em vez de apenas transferir conceitos de forma mecânica e convencional, é importante conectá-los a ideias ou princípios provenientes de outras situações e conhecimentos essenciais para a aprendizagem. Assim, fica claro que duas condições vitais e interligadas são necessárias para que ocorra uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

A primeira condição é que o estudante deve estar predisposto a aprender de maneira significativa, ao invés de apenas memorizar o conteúdo. Se não o fizer, a aprendizagem se tornará puramente mecânica e carente de significado. Na segunda situação, o conteúdo fornecido ao estudante deve ter um significado inerente e ser relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira lógica e não forçada. Assim, o professor deve desenvolver o conteúdo da aula de modo que o estudante consiga associá-lo aos conhecimentos prévios que já fazem parte de sua compreensão.

Desta forma, a aprendizagem se consolida quando o estudante consegue reinterpretar e utilizar os conceitos aprendidos em sua própria cultura, integrando-se

a ela, ao mesmo tempo em que mantém uma visão externa. Assim, o estudante consegue associar uma atividade à sua vida cotidiana, demonstrando esse aprendizado ao analisar a realidade apresentada de forma sistemática, realizando questionamentos críticos sem se deixar influenciar por ela.

2.3.1 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)

A Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) é uma proposta metodológica voltada para promover a aprendizagem significativa, conforme os princípios estabelecidos Ausubel, que foram acima discutidos. Essa abordagem busca estruturar o processo de ensino e aprendizagem de forma que os conteúdos apresentados sejam diretamente relacionados à estrutura cognitiva prévia dos estudantes, facilitando a ancoragem de novos conhecimentos. Segundo Moreira (2011), a UEPS é composta por um conjunto de etapas que organizam o ensino em torno de um tema central, promovendo a contextualização e a integração dos conteúdos a serem trabalhados. Essas etapas geralmente incluem os seguintes tópicos:

Diagnóstico inicial: Voltado para identificar o que os estudantes já sabem sobre o tema; **Organização dos conteúdos:** Onde deve ser planejada uma sequência lógica e coerente, com foco em materiais e atividades que sejam intrinsecamente significativos. **Desenvolvimento de atividades de Ensino:** Despertar o interesse e curiosidade dos estudantes por meio de estratégias interativas, investigativas e outros tipos de práticas (experimentos, por exemplo); e a **Avaliação contínua e formativa:** Monitorar a construção do conhecimento ao longo do processo.

A implementação da UEPS permite que os estudantes desenvolvam habilidades críticas e reflexivas, utilizando os novos aprendizados em situações reais e conectando-os com sua vivência cotidiana. Além disso, essa abordagem favorece o uso de recursos digitais, como os Objetos Digitais de Aprendizagem (ODA), para enriquecer o processo educacional.

2.4 Os primeiros estudos do movimento

Esta breve seção é apresentada de forma a contextualizar como se deu o

início dos estudos sobre movimento, o qual, embora hoje seja visto e apresentado de forma elementar quando abordados nas salas de aula, demandou demasiado estudo e muito tempo para se estabelecer da maneira como é apresentado nos livros didáticos. Muitas foram as discussões e as quebras de paradigmas para que os estudiosos e observadores pudessem passar da observação até a elaboração de modelos que pudessem prever o resultado de um dado movimento. Apresentar tais aspectos server para auxiliar o leitor a pensar em formas como pode abordar historicamente o desenvolvimento deste pilar da Física, dando ideias para discussões e exemplos que possam ser abordados em sala de aula, tanto em relação ao surgimento dos aspectos teóricos, como também na forma como a ciência é construída, evoluindo com o passar do tempo.

O movimento é um dos fenômenos naturais que intrigou o homem ao longo dos tempos. A simples queda de um corpo despertou a curiosidade de muitos filósofos que durante séculos tentaram explicar como e porque esse fenômeno ocorria. Aristóteles, um dos grandes nomes da filosofia, dedicou-se aos estudos da lógica permitindo o desenvolvimento da argumentação a fim de explicar como e por que ocorria o movimento dos corpos. De acordo Dantas (2022), Aristóteles afirmava que corpos de massas distintas, quando abandonados de uma mesma altura na terra, não chegariam ao mesmo tempo no solo, chegando naturalmente primeiro, o corpo mais pesado, ou no caso, de maior massa. Baseando-se num raciocínio intuitivo, Aristóteles enfatizou a importância do conhecimento prático para uma compreensão da natureza por meio dos sentidos, e em seguida a análise racional.

A questão é que ele não foi capaz de perceber os efeitos das interações que ocorrem no movimento de queda livre. Afinal, não há somente a interação gravitacional, mas também as interações de contato. Durante séculos os pensamentos Aristotélicos foram adotados como uma verdade inquestionável o tendo o apoio total da Igreja. Porém, durante o período de vigência desse pensamento aristotélico, houveram filósofos que divergiam dessas ideias entre eles, Simon de Stevin e Jan Cornets de Groot, os quais realizaram no séc. XVI um experimento com duas esferas de chumbo, sendo uma delas dez vezes mais pesada que a outra, as quais foram abandonadas de uma altura de 30 pés. Em seu experimento, o que foi observado, contrariando o pensamento aristotélico, e corroborando as ideias de Galileu, foi que na realidade ambas as esferas chegaram ao solo com uma diferença quase que irrelevante de tempo uma da outra, como pode ser encontrado em trechos traduzidos

da obra de Stevin (1586, p. 66).

Mas quais seriam as diferenças entre as ideias de Aristóteles e de Galileu Galilei, as quais estavam de acordo com o experimento de Stevin e Groot? Galileu foi um cientista italiano, nascido em 1564, o qual se aprofundou no estudo do movimento de corpos em queda, buscando desenvolver e descrever o movimento dos corpos através da linguagem matemática associada à experimentação. Historicamente com a utilização do plano inclinado concluiu que a aceleração da gravidade é constante¹¹, com esse método experimental e a utilização das medidas, chegou à conclusão de que as distâncias percorridas pela esfera abandonada, a partir do repouso, eram proporcionais ao quadrado dos tempos de queda. Neste caso, notou que existia um padrão entre o comportamento dos corpos, desde que fossem estudados em condições iguais para o ângulo de inclinação e a altura da rampa. Tais ideias, no entanto, mesmo que trabalhassem com uma situação distinta a descrita por Aristóteles, acabava por ir contra sua ideia de que um corpo de maior massa iria chegar primeiro ao solo, em comparação com um de menor massa.

Note que neste momento surge a primeira necessidade de adequação do pensamento. Embora o modelo de Aristóteles tenha sido aceito e adotado por tanto tempo, todos os fatos corroboravam para uma necessidade de mudança de pensamento. Galileu cria uma “ciência” baseada nas representações matemáticas e “testadas” pelo método experimental. Foi nesse sentido que Galileu tentou conciliar a matemática com a prática experimental.

Hoje é conhecido que, embora Galileu tenha dado uma grande contribuição para o avanço destas teorias sobre o movimento dos corpos, suas ideias ainda careciam de maior aperfeiçoamento, sendo complementados pelas ideias de Newton, quase um século depois. É neste intuito que esta breve seção se apresenta, uma tentativa de mostrar ao leitor, e uma ideia para se trazer aos estudantes em sala de aula, que sempre há espaço para novas experimentações e adequações na ciência, e que, embora a teoria seja fundamental, o que deve importa é que todo o fundamento teórico deva vir para explicar o que se observa experimentalmente, e não o oposto.

¹¹ Destaca-se que a aceleração da gravidade pode ser adotada como constante, com valor próximo a $9,81 \text{ m/s}^2$, quando tratada em situações próximas à superfície da Terra (Neves e da Silva, 2023).

2.5 Cinemática unidimensional

2.5.1 Um pouco sobre o tema Cinemática, no Ensino de Física.

Nesta seção objetiva-se destacar um pouco acerca dos conceitos físicos básicos que são utilizados no decorrer do trabalho, apresentando uma revisão teórica deste conteúdo de mecânica, focando nos movimentos retilíneos unidimensionais (horizontal).

As análises e teorias aqui apresentadas restringem-se às seguintes condições: o movimento dos corpos será adotado como sempre ocorrendo ao longo de uma trajetória retilínea horizontal; deseja-se estudar somente o movimento, e não como este se deu, devendo desconsiderar esta parte; os objetos estudados são considerados como partículas, isto é, todas as partes do objeto se movem na mesma direção e com a mesma rapidez, desconsiderando efeitos de rotação e rolamento, por exemplo.

Neste trabalho apresenta-se o tipo mais simples de movimento: uma partícula se deslocando ao longo de uma linha reta. Para descrever esse movimento são introduzidas as grandezas físicas de velocidade de movimento e aceleração. Essas grandezas embora possuam definições simples na Física, acabam por apresentar algumas discrepâncias em relação ao que se tem na linguagem cotidiana, devendo ser dada uma atenção especial para tais aspectos.

No ensino de Física do 9º. ano, e do 1º. Ano do Ensino Médio, um dos conteúdos mais importantes é a Cinemática, que é a parte da Mecânica que estuda os movimentos sem haver preocupação com suas causas. Esse conteúdo, normalmente apresentado nos livros, no segundo capítulo, é trabalhado, nos Ensinos Fundamental e Médio, logo após o conteúdo de unidades de medida e medições, capítulo 1. Já no caso do Ensino Superior, este conteúdo costuma ser abordado após o conteúdo de unidades de medida e medições, e também do conteúdo sobre vetores, influenciando no tratamento dos termos e dados, como pode ser visto nas colocações de Palandi *et al.*, (2010, p. 01):

Na Cinemática, o objetivo é descrever como se processam os movimentos, isto é, estabelecer, num dado referencial, as posições que os corpos ocupam ao longo do tempo e as respectivas velocidades, independentemente das causas desses movimentos. Em outros termos, a Cinemática procura estabelecer as formas geométricas das trajetórias dos corpos no espaço, se

são retas ou curvas, e os intervalos de tempo levados para percorrer todos os segmentos dessas trajetórias. (Palandi *et al.*, 2010, p. 1).

Portanto, a cinemática investiga como os objetos se movem, sem se aprofundar nas razões pelas quais esses movimentos ocorrem, uma vez estas causas são estudadas em outras áreas, como a dinâmica. Ao invés de entender o “porquê”, a cinemática se preocupa principalmente em responder à questão de “como” os objetos se movem, tentando ser capaz de descrever o movimento, e ainda, prever o que irá ocorrer com o passar do tempo.

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2008), uma “partícula” pode ser entendida como qualquer entidade com uma posição, independentemente de suas dimensões físicas. Com frequência, conceitos ou modelos da partícula são tratados como um ponto matemático sem dimensão espacial, ou seja, sem ter tamanho físico. Portanto, nesta pesquisa será analisada a aplicação do modelo de partícula em situações reais onde o movimento procede em linha reta, sem considerar as dimensões do objeto e, novamente, sem preocupar-se em entender ou explicar como tal movimento começou.

Considerando que esse conteúdo é de extrema importância pois, além de formar a base para a compreensão de fenômenos físicos ao seu redor, ele também é pré-requisito para compreender os outros tipos de movimento que serão estudados na sequência do 1º Ano, que abrange o movimento de queda livre, movimento oblíquo, movimento relativo e movimento circular.

2.5.2 Os conceitos de movimento, repouso e referencial

Dentre os conceitos fundamentais que serão apresentados no texto, “Movimento” é o mais importante, pois todos os outros dependem dele. O tratamento matemático sobre o movimento de objetos não foi desenvolvido até os séculos XVI e XVII, quando surgiu a nossa compreensão moderna sobre o movimento e os aspectos matemáticos que permitem descrevê-lo. Porém, embora tal parte tenha surgido tardiamente, muitas pessoas contribuíram para o aprimoramento desse entendimento, mudando das ideias aristotélicas para o que temos hoje, especialmente devido às contribuições de cientistas renomados como Galileu Galilei e Isaac Newton (Giancoli, 2008).

O movimento representa um conceito fundamental na cinemática, referindo-se ao caso de ocorrer a alteração da posição de um corpo, ou de um objeto. Contudo, mais do que simplesmente falar sobre alterar sua posição, a ideia de movimento acaba por necessitar de uma complementação, a adoção de um sistema de referência fixo, a partir do qual seja possível comparar as posições do objeto, podendo assim declarar que este está se movendo (Giancoli, 2008). De forma parecida, o conceito de "repouso" indica o estado de inatividade ou ausência de movimento de um objeto ou sistema em relação a um ponto de referência específico. Em termos simples, um objeto está em repouso quando sua posição em relação a um ponto fixo não se altera ao longo do tempo.

Portanto, o estado de repouso é relativo, variando de acordo com o referencial escolhido. Por exemplo, um carro pode estar parado em relação ao solo, mas em movimento se observado por alguém dentro de outro veículo em movimento. O termo "Referencial" o qual é utilizado para descrever a posição e o movimento de objetos em relação a um ponto de observação ou a outro objeto. Podendo ser fixo, como um ponto na Terra, ou móvel como um veículo em movimento.

Com isso a escolha de um referencial é fundamental ao descrever movimentos, pois diferentes referenciais podem levar a observações e descrições diferentes do mesmo evento. Somente após estabelecer um referencial para o estudo que será realizado é que passa a ser possível registrar grandezas como posição, trajetória e velocidade (Villate, 2012). Entender a importância de se adotar um referencial é fundamental para que os estudantes passem a perceber como esta, embora pareça ser uma informação simples, acaba por impactar tudo que está sendo descrito. Um exemplo simples para demonstrar o impacto da referência é pedir para que dois estudantes fiquem um de frente para o outro, e levantem o braço direito. Ao fazer isso, espera-se que percebam que a direita de cada um é "diferente", e isso acaba por impactar em toda e qualquer tentativa de descrever um movimento que ocorra da esquerda para a direita. Qual estudante está correto? Só se saberá isso uma vez que for definido o referencial!

2.5.3 Posição de um objeto e deslocamento

Em seguida, para poder melhorar as ideias apresentadas, necessita-se

caracterizar melhor o conceito de posição, haja visto que todas as conceituações se referem a tal aspecto. A posição de um objeto faz menção à sua localização em relação a um ponto de referência ou a um sistema de coordenadas específico. Geralmente é expressa em termos de coordenadas, como x , y e z no sistema de coordenadas cartesiano tridimensional. A posição é uma quantidade vetorial, o que significa que necessita de um conjunto de informações para ser devidamente caracterizada, e não apenas o valor absoluto da distância entre o objeto e a referência (magnitude), devendo trazer ainda as informações sobre direção e sentido, permitindo que tal vetor seja corretamente orientado, saindo do ponto de origem (referencial) e chegando no local onde o objeto se encontra. No caso de um tratamento simplificado, unidimensional, como é o foco do trabalho, este vetor acaba podendo ser substituído por um conjunto de duas informações, sendo elas a magnitude e o sentido, sendo este estabelecido em termos de valores positivos e negativos, conforme for convencionado. No caso da direção, uma vez que se fala sobre um movimento horizontal, esta informação passa a ser omitida, trabalhando somente no eixo escolhido, que na absoluta maioria das vezes, é o eixo x .

Quanto ao “Deslocamento” este representa a mudança na posição do objeto em relação ao tempo. Em outras palavras, é a diferença entre a posição final e a posição inicial de um objeto. O deslocamento é também uma quantidade vetorial, pois inclui informações sobre a magnitude e a orientação desta variação de posição, ou seja, se o objeto está se deslocando no sentido positivo ou negativo do eixo estabelecido, ou então, para a direita ou esquerda. Em relação à apresentação dos dados de posição e deslocamento, utiliza-se como unidades de medida, adotando o Sistema Internacional de Unidades (SI), as distâncias dadas em metros (m). Enquanto a posição fornece a localização atual de um objeto, o deslocamento fornece informações sobre como essa posição mudou ao longo do tempo (Halliday, Resnick e Walker, 2008).

2.5.4 Trajetória de um objeto

O próximo termo pertinente a se caracterizar é a “Trajetória”. Ela representa a rota percorrida por um objeto em movimento no espaço, formando uma linha que une todas as suas posições sucessivas durante o deslocamento. Em termos simples, é o

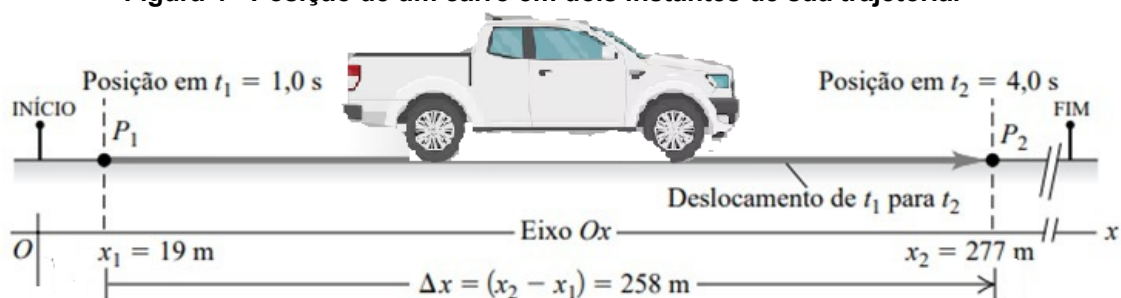
padrão que um objeto segue enquanto se move, indicando como sua posição se altera ao longo do tempo.

A trajetória pode assumir diferentes formas, como uma linha reta, uma curva, ou mesmo uma espiral, nesta pesquisa será tratado especificamente sobre o movimento e as trajetórias em linha reta. De fato, compreender a trajetória é fundamental para analisar o movimento de objetos, entendendo o tipo de movimento que está sendo observado, e então, aplicar os modelos teóricos que sejam pertinentes a tal situação. Por vezes, mesmo que a trajetória observada ao longo de todo o movimento possa ser complexa de ser trabalhada, é possível ao menos tentar particionar a análise do movimento, observando e descrevendo o seu comportamento em cada pequeno trecho. Em um gráfico que representa a posição em relação ao tempo, a trajetória pode ser observada como o padrão criado pelos pontos plotados ao longo do intervalo de tempo. Em termos matemáticos, por exemplo, a trajetória de um objeto em movimento pode ser definida por meio de equações que conectam as coordenadas do objeto em diferentes pontos ao longo do percurso; Retilínea: quando o caminho do movimento é uma linha reta; Curvilínea: Quando o caminho do movimento é uma linha curva.

2.5.5 A velocidade média de um objeto

Para poder definir a ideia de velocidade, será trabalhada a seguinte colocação. Suponha que em uma corrida de carros um competidor dirija seu carro em um trecho retilíneo, conforme demonstrado na Figura 4, com a origem do movimento representada em O, de um eixo Ox de um sistema de coordenadas.

Figura 4 - Posição de um carro em dois instantes de sua trajetória.



Fonte: Adaptada do livro de Young e Freedman (2008) por Fontes (2024).

Considerando que o carro possa ser tratado como uma partícula, adotando um ponto representativo em seu corpo, deseja-se estudar como se dará a variação da posição do veículo com o passar do tempo. Sua posição é dada pela coordenada x na qual o carro se encontra, e este valor se modifica com o passar do tempo, à medida que o carro se move. Um modo útil para descrever o movimento do carro consiste em dizer como a posição x varia em um intervalo de tempo.

Considerando que, em um instante t_1 , o carro se encontra no ponto P_1 , cuja coordenada é x_1 , e no instante t_2 , ele se encontra no ponto P_2 , cuja coordenada é x_2 , o deslocamento do carro nesse intervalo de tempo é o vetor que liga o ponto P_1 ao ponto P_2 . O componente x do deslocamento do carro, designado como Δx , é simplesmente a variação da coordenada x :

$$\Delta x = x_2 - x_1 \quad (1)$$

E o intervalo de tempo entre cada uma das medidas de sua posição é caracterizado por:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (2)$$

Exemplificando, suponha que 1,0 s depois do início do movimento a extremidade dianteira do carro esteja no ponto P_1 , a 19 m da origem, e que 4,0 s depois do início do movimento esse ponto se desloque para P_2 , a 277 m da origem. O deslocamento da partícula é um vetor que aponta de P_1 para P_2 . A Figura 4 mostra que esse vetor se posiciona ao longo do eixo Ox . O componente x do deslocamento é simplesmente a variação no valor de x , $(277 \text{ m} - 19 \text{ m}) = 258 \text{ m}$, em um intervalo de tempo $(4,0 \text{ s} - 1,0 \text{ s}) = 3,0 \text{ s}$.

O carro se move somente ao longo do eixo Ox , logo os componentes y e z do deslocamento são iguais a zero. Define-se a velocidade média do carro nesse intervalo de tempo como uma grandeza vetorial cuja componente x (v_x) é dada pela variação da posição no eixo x , dividida pelo intervalo de tempo entre os eventos.

Tal relação é conhecida como velocidade média. Comumente, como ela está sendo trabalhada no eixo x , acaba-se por representar esta velocidade média como v_x (em que o 'm' subscrito significa valor médio e o 'x' subscrito indica que esse é o componente x). Contudo, como este trabalho realiza o estudo unidimensional, adota-se por convenção que o movimento será sempre no eixo x , e será então omitido o índice x , tratando os casos sempre como v .

$$v_{\#} = \frac{\Delta \#}{\Delta t} \quad (3)$$

Onde $\Delta x = x_{\#} - x_s$ é a representação da variação da posição que o móvel ocupa no decorrer do tempo e $\Delta t = t_{\#} - t_s$ é o intervalo de tempo. Dando continuidade ao exemplo, substituindo os valores na equação (3) obtêm-se que

$$v_{\#} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = (258 \text{ m}) / (3,0 \text{ s}) = 86 \text{ m/s}.$$

A velocidade média do carro de corrida é positiva. Isso significa que durante o intervalo de tempo a coordenada x cresce e o carro se move no sentido positivo do eixo Ox (da esquerda para a direita na Figura 4). Quando a partícula se move no sentido negativo do eixo Ox durante o intervalo de tempo, sua velocidade média acaba sendo representada como um valor negativo. Veja como é simples observar isso. Ao invés de considerar que o carro ia da posição P_1 para P_2 , poderia observar o que aconteceria se nos mesmos 3 segundos ele se movesse de P_2 para P_1 . Neste caso, o que mudaria seria o valor de $\Delta x = (19 + - 277 +) = -258 +$, o qual, ao ser utilizado na equação (3), resultaria em uma velocidade de -86 m/s . Mesma magnitude, porém, sentido oposto.

Em relação às unidades de medida, quando as distâncias são medidas em metros e os tempos em segundos, conforme o SI, a velocidade média é dada em metros por segundo (m/s). Ainda em relação às unidades de medida, é comum também que os problemas façam menção a uma unidade um pouco mais comum para o cotidiano das pessoas, tendo em vista o uso de transporte por veículos motorizados, o quilômetro por hora (km/h). Para realizar a conversão de km/h para m/s, basta dividir o valor original (em km/h) por 3,6. Já no caso da velocidade estar em m/s e desejar transformá-lo em km/h, basta multiplicar o valor original (em m/s) por 3,6. Tais relações derivam da ideia de que 1 km equivale a 1000 m, e que 1 h possui 3600 s (60 minutos, cada qual com 60 segundos), sendo possível realizar as manipulações através da mudança das unidades.

2.5.6 A velocidade instantânea de um objeto

Trabalhar com a velocidade média de um móvel, embora possibilite tratar muitas informações importantes e prever o que irá ocorrer com o passar do tempo, as vezes, pode não ser o melhor para analisar o que está ocorrendo com o móvel durante

toda a amplitude de seu movimento. Como dito anteriormente, existem casos onde se faz necessário particionar o movimento do móvel, analisando o seu comportamento em cada pequeno intervalo de tempo. Ocorre que, quando este intervalo de tempo passa a ser levado para valores cada vez menores, até que possa retratar um instante, bem como seria uma foto daquele movimento, a velocidade, antes chamada de média, passa a ser chamada de velocidade instantânea, e o movimento do móvel começa a ser analisado para cada instante de tempo, e não mais para um intervalo, como na ' # .

Embora pareça ser algo muito simples, a ideia de trabalhar com a velocidade instantânea permite determinar ponto a ponto todos os parâmetros do vetor velocidade, no caso unidimensional, com seu módulo e sentido, e no caso tridimensional, com módulo, direção e sentido, permitindo assim que se conheça com exatidão o comportamento do móvel, e ainda, seja possível entender e prever com maior precisão a sua posição.

Retomando o apresentado na Figura 4, para achar a velocidade instantânea do carro no ponto P_1 indicado deve-se imaginar que o ponto P_2 se aproxima continuamente do ponto P_1 e assim deve ser feito o cálculo para determinar a velocidade média para deslocamentos e intervalos de tempo cada vez menores, uma vez que a separação entre P_1 e P_2 está diminuindo, impactando tanto em um menor valor de Δx quanto Δt , fazendo com que estes tornem-se muito pequenos, mas sem que isso implique que a razão entre eles se torna necessariamente muito pequena.

Utilizando uma linguagem matemática mais condizente isso pode ser visto como sendo a velocidade instantânea é definida pelo limite de $\Delta x/\Delta t$ quando Δt tende a zero, em outras palavras, denomina-se derivada de x em relação a t , sendo a expressão reescrita como dx/dt . A velocidade instantânea é o limite da velocidade média quando o intervalo de tempo tende a zero; ela é igual à taxa de variação da posição com o tempo. Neste caso, bem como foi feito anteriormente, há duas possibilidades ao tratar a velocidade instantânea, sendo ela representada como v_x , fazendo menção ao seu comportamento ao longo do eixo Ox , ou simplesmente como v , no caso de trabalhar com este parâmetro do ponto de vista unidimensional. Para facilitar as tratativas, será adotado sem o índice x , de forma que este aspecto fique implícito ao longo das discussões.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \quad (4)$$

Na Física adota-se sempre que o intervalo de tempo Δt é positivo, de modo que v possui o mesmo sinal de Δx . Quando o sentido positivo do eixo Ox é orientado da esquerda para a direita, um valor positivo de v indica que x é crescente e que o movimento ocorre da esquerda para a direita; um valor negativo de v indica que x é decrescente e que o movimento ocorre da direita para a esquerda, bem como havia sido apresentado ao discutir o exemplo da Figura 4.

Um corpo pode ter valores de v e de x positivo ou negativo, devendo, com base nas informações do problema abordado, entender e dar significado ao que cada um desses parâmetros significa. O aspecto x indica onde o corpo se encontra, enquanto v informa como é o seu movimento. Aqui há dois pontos para ser retratado no que se refere à representação deste movimento por meio de gráficos. Tomando o movimento em uma dimensão, os gráficos da posição x em função do tempo e da velocidade v em função do tempo costumam representar a variável independente, o tempo, no eixo horizontal, e a variável dependente, no eixo vertical. Novamente, fazendo uso de uma linguagem matemática mais apropriada, tem-se uma função de posição em função do tempo $x(t)$, e uma função de velocidade em função do tempo $v(t)$, onde o tempo é a variável independente em ambos os casos. Para adentrar nesse assunto e abordá-lo de forma mais clara, é necessário distinguir entre os dois tipos de movimentos que este trabalho irá abordar, o MRU, onde a velocidade do móvel é sempre a mesma, ou seja, constante, e o MRUV, onde a velocidade do móvel irá variar de maneira constante, ou seja, irá aumentar ou diminuir sempre do mesmo valor com o passar do tempo.

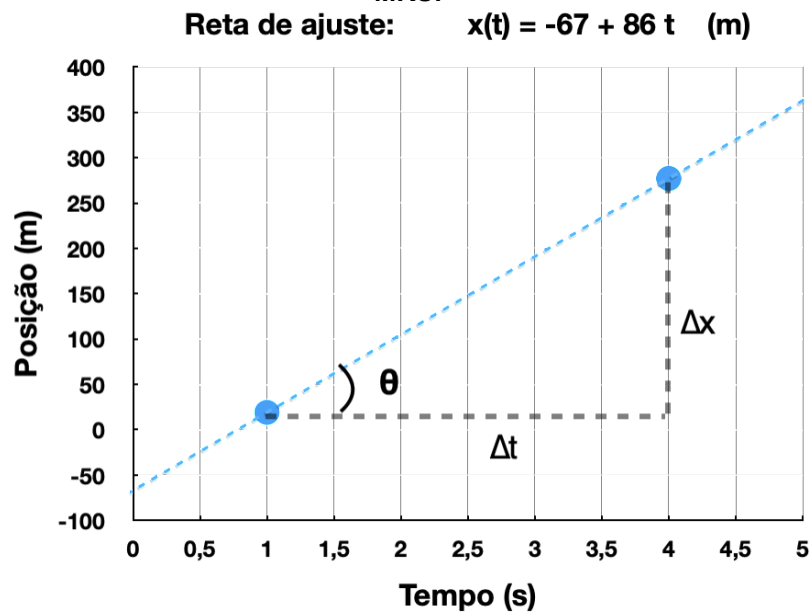
2.5.7 Movimento retilíneo uniforme

Em sua particularidade este é um movimento no qual a velocidade permanece constante ao longo de um espaço em razão de um intervalo de tempo regulares Δt . Segundo Peduzi (2001), duas características são fundamentais neste movimento, sua trajetória é uma linha reta e a velocidade é constante durante todo o movimento. Sendo o mais simples dos movimentos.

A representação do deslocamento de um móvel em MRU em função do tempo, é a mesma que foi discutida na Figura 4. A figura auxilia na análise do movimento e assim como apresentado por Costa (2010), é uma das formas de representação visual

e uma das ferramentas mais comuns para aplicações de informações quantitativas. A outra possível representação para este movimento, porém neste caso, apresentada extrapolando os resultados dispostos na Figura 4, é o que se dispõe no Gráfico 1, onde é representada a posição do carro em função do tempo, bem como a equação que descreve este movimento.

Gráfico 1 - Representação da função posição x tempo para o carro analisado na Figura 4, em MRU.



No Gráfico 1, são apresentados os dois conjuntos de pontos que podem ser obtidos ao analisar a Figura 4, a posição $x_1 = 19 \text{ m}$ quando o cronômetro marca $t_1 = 1 \text{ s}$, e a posição $x_2 = 277 \text{ m}$ quando o cronômetro marca $t_2 = 4 \text{ s}$. Por se tratar de um movimento retilíneo uniforme, é possível conectar os dois pontos, como é apresentado pela linha pontilhada azul, permitindo ainda extrapolar o movimento do carro, sugerindo o local de onde ele saiu quando o cronômetro marcava $t = 0 \text{ s}$, dado pela intersecção da reta pontilhada com o eixo vertical (posição). Ademais, no gráfico também é possível recriar, como feito com os tracejados em preto, os valores de Δx e Δt , permitindo calcular a inclinação da curva, representando a velocidade média do móvel. O movimento, como já discutido anteriormente, é caracterizado como progressivo, ocorrendo de forma que o móvel está se deslocando para valores cada vez maiores de x , o que implica também em uma velocidade positiva.

Observa-se que a linha pontilhada (azul) é a hipotenusa de um triângulo retângulo. Sua altura, representada pelo eixo vertical, indica a variação da posição,

Δx , e sua base representada pelo eixo horizontal, remete ao passar do tempo, Δt . A velocidade média do carro v_m é, de certa forma, proporcional à inclinação da hipotenusa, obtida ao calcular a razão entre a componente vertical (Δx) do triângulo retângulo e a componente horizontal (Δt), como apresentado na equação 5. Em outras palavras, remetendo aos aspectos gerais de um triângulo retângulo, a tangente do ângulo de inclinação, usualmente representado por θ , é a razão $\Delta x/\Delta t$.

$$\tan(\theta) = \frac{\Delta x}{\Delta t} = v_m \quad (5)$$

A velocidade média depende apenas do deslocamento Δx , que ocorre durante o intervalo de tempo Δt . De acordo com a representação o deslocamento está em escala 50 metros (m) e o tempo em escala 0,5 segundos (s). Desta forma, a posição inicial indicada pelo prolongamento da reta é $x_0 = -67$ m. Para o tempo, conhece-se somente os dois pontos indicados, $t_1 = 1$ s e $t_2 = 4$ s, contudo, seguindo a ideia da reta que conecta tais pontos, no gráfico é possível encontrar todas as possíveis posições do móvel, indo desde $t = 0$ até $t = 5$ s. Ao trabalhar e expandir os termos da equação (3) em função das posições e tempos, iniciais e final, e ainda, considerando que o tempo inicial sempre ocorre em $t = 0$, é possível estabelecer as equações (6) e (7), sendo a equação (7) utilizada na reta de ajuste do Gráfico 1. Vale destacar que tal trabalho com as equações será feito de maneira mais adequada logo mais adiante, utilizando uma linguagem matemática mais elaborada.

$$x_t - x_0 = v_m (t - t_0) \quad (6)$$

Ao denominar que x_t representa a posição desejada em um tempo t , ela passa a ser escrita como $x(t)$, ao passo que t_0 passa a receber somente o nome de t , visto que se adota sempre um intervalo de tempo partindo de $t_0 = 0$. Desta maneira, a equação pode ser reescrita como:

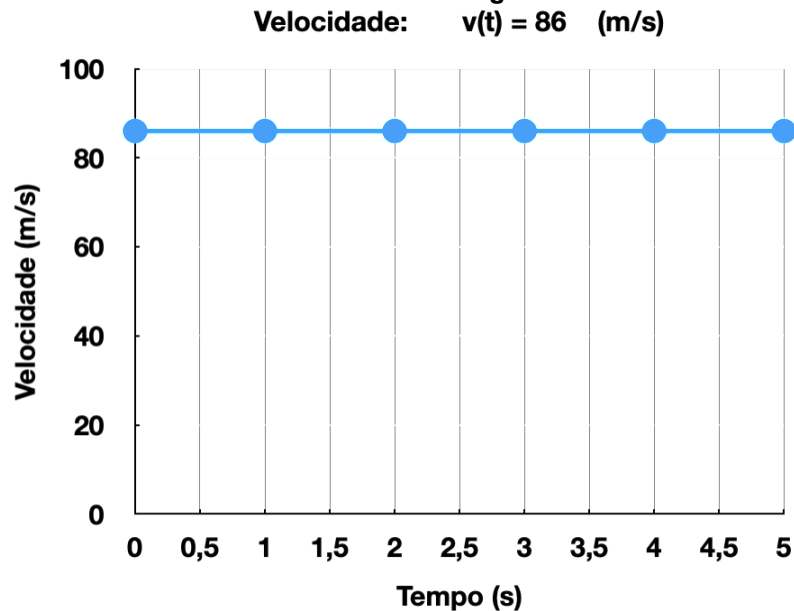
$$x(t) = x_0 + v_m t \quad (7)$$

Onde x_0 representa a posição inicial, de onde o movimento começou a ser observado, v_m representa a velocidade média, t representa o tempo para o qual se deseja saber a posição do móvel, e finalmente, $x(t)$, como a posição onde este móvel estará no instante de tempo t .

No caso da velocidade, como pode-se facilmente perceber, ela será sempre

a mesma, visto que a inclinação da reta não se modifica. Calcular a velocidade neste caso é simples, sendo facilmente realizado ao utilizar a equação (3), substituindo os valores para os Δx e Δt , bem como já foi realizado antes, ao utilizar somente os dados do exemplo. Neste caso, apresenta-se no Gráfico 2 uma representação da velocidade do móvel em função do tempo, uma reta, porém, horizontal, indicando seu valor constante de 86 m/s. Caso o leitor deseje, pode realizar o teste com todo e qualquer conjunto de pontos obtidos a partir do Gráfico 1, e notará que a velocidade média sempre será a mesma, uma vez que se trata de um MRU.

Gráfico 2 - Representação da velocidade em função do tempo para movimento do carro em MRU analisado na Figura 4.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

A análise do Gráfico 2, permite obter informações importantes a respeito do movimento, o qual indica que a velocidade permanece constante no decorrer do tempo, mostrando que a velocidade escalar instantânea e a velocidade escalar média neste caso são as mesmas, sempre, e possuem o valor de 86 m/s. Ademais, é possível ainda determinar o deslocamento total do carro a partir deste gráfico, bastando para isso calcular a área abaixo da figura (retângulo). Neste caso, utilizando os mesmos valores que foram adotados como padrão até agora, cria-se um retângulo de base $\Delta t = (4 - 1) = 3$ s, e altura $v = 86$ m/s. Ao realizar a multiplicação destes valores ($v \cdot \Delta t$), obtém-se o valor de 258 m. Comparando este valor com o que já foi feito anteriormente, percebe-se que é exatamente o Δx que foi calculado ao considerar as posições final (277 m) e inicial (19 m), tal que $\Delta x = (277 - 19) = 258$ m.

Aqui vale um alerta e um destaque. Quando se fala sobre velocidade média, velocidade escalar média, deslocamento e variação do espaço, embora todos tenham um aspecto parecido, a primeira vista, na realidade não é bem assim. No caso do deslocamento e do espaço percorrido, por exemplo, o primeiro faz menção a uma grandeza vetorial, devendo indicar tudo que já foi citado anteriormente, de forma a dar todas as informações necessárias para analisar de onde saiu e onde chegou o móvel, e qual foi o valor deste movimento, calculado através da magnitude do vetor. Do outro lado desta relação tem-se a variação do espaço, ou muitas vezes adotada como o módulo do deslocamento, o qual indica uma grandeza escalar, e não necessita de complementos para ser analisada. Da mesma maneira, a velocidade também é um vetor¹², enquanto a velocidade escalar é somente um número. Mesmo sendo repetitivo, é importante destacar ao leitor que a maioria das tratativas realizadas aqui referem-se ao movimento unidimensional, e isso significa que, embora sejam falados de aspetos distintos, muitas vezes **neste caso**, eles passam a ser equivalentes.

Agora que foram feitas todas as primeiras discussões sobre o exemplo da Figura 4 e dos Gráficos 1 e 2, a ideia é retomar o ponto que já foi discutido, e que havia ficado para ser melhor abordado, que é utilizar uma abordagem um pouco mais rebuscada para apresentar o que se chama de equação horário do espaço, ou do movimento. Para realizar tal construção, é feito uso de integrais em ambos os lados da equação (4), resultando em:

$$\int_{x^*}^{x^+} v \, dx = \int_{t^*}^{t^+} v^2 \, dt \quad (8)$$

Considerando que a velocidade é constante, é possível recair, agora de maneira mais elaborada, nas mesmas funções que haviam sido apresentadas anteriormente, nas equações (6) e (7)

$$x_+ - x^* = v(t_+ - t^*) \quad (6)$$

$$x_+ = x^* + v(t_+ - t^*) \quad \text{ou} \quad x(t_+) = x^* + v(t_+ - t^*) \quad (7)$$

Muito provavelmente o leitor possa se questionar da relevância de realizar tal

¹² Isso implica a necessidade de definir seu módulo, direção e sentido, além de ter que fazer uso de operações matemáticas que respeitem os aspectos vetoriais. Tal revisão sobre vetores pode ser encontrada, por exemplo no livro Halliday, Resnick e Walker (2008).

tratamento, aparentemente mais rebuscado, utilizando integrais, ao invés da forma simplificada que foi feita anteriormente. Embora neste caso do MRU não seja perceptível nenhuma mudança, é importante destacar dois pontos: o primeiro é que para casos que não sejam de MRU, este trabalho com integrais é a maneira mais correta e simples de se realizar a obtenção da equação de movimento, sendo ele válido para todas as situações física, desde as mais simples (MRU) até as mais elaboradas e complexas, que descrevem movimentos a partir de funções arbitrárias; e o segundo ponto, é que este material propõe-se a servir como uma base para outros educadores poderem revisar determinados conceitos e estarem mais preparados quando forem tratar destes temas em sala de aula. Assim, mesmo que possa ser um pouco repetitivo, os autores defendem a importância desta visão a partir dos dois pontos que foram utilizados.

Assim sendo, no MRU a velocidade média é numericamente igual à velocidade instantânea, permitindo escrever a posição para qualquer instante de tempo a partir das condições iniciais de um movimento. Segundo Dantas (2022), a equação de uma reta de parâmetro linear é numericamente igual à soma da posição inicial e da inclinação da reta. Sendo, numericamente igual a velocidade média ou instantânea, denominando-se função linear no tempo.

A classificação do MRU pode variar dependendo de como ele se desenvolve no sistema de referência. No exemplo da Figura 4, quando o carro se desloca da posição P_1 para a posição P_2 , onde $P_1 < P_2$ (quando sua posição aumenta no decorrer do tempo) o movimento é classificado como progressivo, e é indicado no sinal da velocidade (+); e, quando o carro se desloca da posição P_2 para a posição P_1 , onde $P_2 > P_1$, (quando sua posição diminui no decorrer do tempo) o movimento é classificado como retrógrado, e é simbolizado no sinal da velocidade (-).

Além do movimento retilíneo uniforme, na horizontal, também existe o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), o qual será trabalhado com o enfoque necessário na seção seguinte.

2.5.8 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

No contexto do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), um novo conceito chamado aceleração emerge, o qual ainda não foi abordado. A aceleração

está relacionada à taxa com a qual ocorre a mudança da velocidade dentro de um intervalo específico de tempo, indicando o quanto um objeto alterou sua velocidade durante esse período. Matematicamente, isso é expresso pela equação (9). Note que aqui cabem as mesmas discussões e relações aplicadas anteriormente, para o caso da velocidade, isto é, a ideia de utilizar a questão de aceleração média em um único eixo = x ; expressar com tal relação com ou sem o índice m , indicando média = x ; além dos aspectos vetorial e escalar, que também se aplicam da mesma maneira para toda a discussão sobre este parâmetro.

$$a_{m,x} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \quad (9)$$

Seguindo a mesma linha de raciocínio da velocidade média e da velocidade instantânea, é possível replicar tais aspectos para definir a aceleração instantânea, que é apresentada na equação (10) e corresponde à aceleração de um objeto em um momento particular. Para determinar esse valor, é essencial utilizar novamente a ideia de limite:

$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} \quad (10)$$

Observe que a aceleração instantânea representa a variação da velocidade em relação ao tempo, em outras palavras, é a derivada da função de velocidade do móvel em relação ao tempo. No cenário particular deste movimento, é necessário que a velocidade aumente ou diminua de forma consistente em intervalos de tempo uniformes. Como resultado, a aceleração média em cada intervalo de tempo será constante, o que significa que a aceleração instantânea será uniforme também.

Refletindo sobre esse movimento, é evidente que tanto a velocidade quanto a posição mudam ao longo do tempo, sendo que a última varia em resposta ao aumento ou à redução uniforme da velocidade. De maneira semelhante ao MRU, é possível buscar funções que conectem as variáveis de velocidade e posição com a variável tempo. A função de velocidade pode ser derivada a partir da definição de aceleração, indicada na equação (10), onde, multiplicando os dois lados por dt e, em seguida, realizando a integração em relação à variável t , considerando a aceleração como constante, resulta nas equações (11) e (12) (Nussenzveig, 2002); (Halliday, Resnick, Walker, 2008).

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = a \quad (11)$$

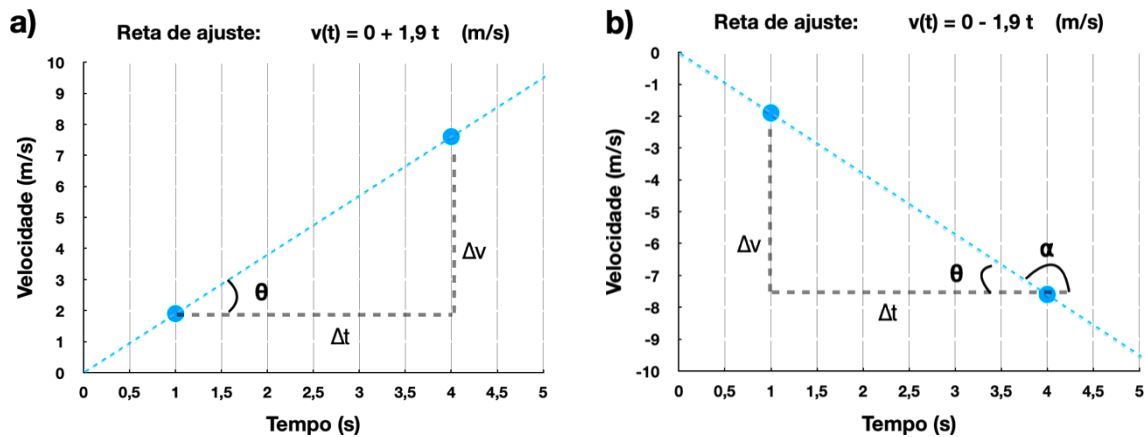
$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = a \quad (12)$$

A qual, de maneira análoga ao que foi feito nas tratativas das equações (6), (7) e (8), permitem chegar na escrita da equação (13):

$$v_+ = v_* + a \cdot t \quad \text{ou} \quad v(-) = v_* + a \cdot t \quad (13)$$

Tomando por base a equação (13) que foi obtida, é evidente que ela apresenta os mesmos aspectos do que foi observado para o que se definiu anteriormente como a equação horária do espaço. Neste caso, o gráfico da velocidade em função do tempo terá o aspecto de uma reta ascendente ou decrescente, como pode ser observado nos Gráfico 3a e 3b, respectivamente.

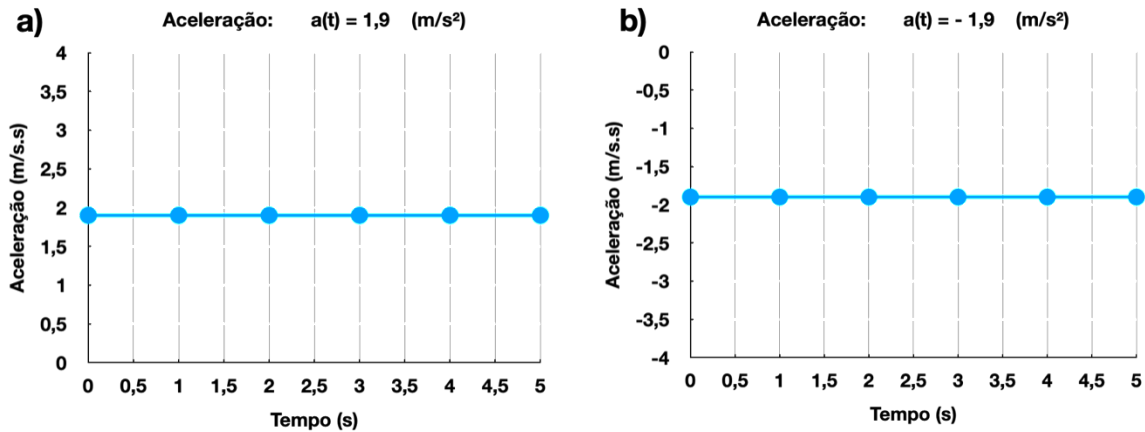
Gráfico 3 - Representações de funções de velocidade: a) crescente, e b) decrescente, em função do tempo em um MRUV.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Quanto mais próxima de noventa graus for o ângulo de inclinação da reta em relação ao eixo do tempo, maior será a aceleração (em módulo). Da mesma maneira, caso seja feito um gráfico da aceleração em função do tempo, o que será observado é uma reta horizontal, constante todo o tempo, como apresentado nos Gráfico 4a e 4b.

Gráfico 4 - Representações de funções de aceleração: a) crescente, e b) decrescente, em função do tempo em um MRUV.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Para facilitar a comparação entre o que havia no caso do MRU e agora no MRUV, foi escolhido modificar um pouco os valores. No caso do MRUV, cujos Gráficos 3 e 4 foram apresentados, as funções que descrevem a velocidade e a aceleração são $v(t) = 0 + 1,9t$ e $v(t) = 0 - 1,9t$ (ambos no S.I.) para uma aceleração positiva e negativa, respectivamente. Da mesma maneira, as funções da aceleração em função do tempo acabam ficando como $a(t) = 1,9$ e $a(t) = -1,9$ (ambos no S.I.) para as acelerações positiva e negativa, respectivamente. Neste caso da reta decrescente (Gráfico 3b) note que são apresentados dois ângulos, o θ , anteriormente utilizado, e agora o ϕ . A relação entre estes dois ângulos é representada na equação (14), tendo em vista que se faz necessário obter um valor de inclinação negativa, sendo condizente com o que se observa.

$$\tan(\phi) = -\tan(\theta) = -\frac{\Delta y}{\Delta x} \quad (14)$$

Os Gráficos 3a e 3b mantêm as características mencionada anteriormente para o MRU, onde a área sob a curva é igual ao deslocamento (Δs). Neste caso percebe-se que o comportamento da velocidade no MRUV se assemelha ao comportamento da posição no MRU. Da mesma maneira, o comportamento da aceleração no MRUV se assemelha ao que foi visto para a velocidade no MRU. No caso da aceleração, a linha reta que se observa no Gráfico 4, paralela ao eixo horizontal, se manterá constante ao longo do tempo, mantendo-se acima do eixo horizontal quando retratar acelerações positivas, e abaixo do eixo, no caso das acelerações negativas.

No caso dos gráficos da aceleração em função do tempo, tem-se que a área

abaixo da curva (retângulo) representa a variação da velocidade do móvel durante o tempo observado, tal como havia sido feito para calcular o deslocamento do móvel ao realizar a mesma abordagem, no Gráfico 2. Já para o caso da posição, esta acaba sendo um pouco mais trabalhosa de se obter da maneira convencional. Contudo, como comentado anteriormente, ao fazer uso de integrais, esta tarefa fica muito mais simples. Neste caso, a função de posição em função do tempo terá o aspecto de função quadrática, podendo ser obtida ao se trabalhar o que havia sido apresentado na equação (13). Realizando as devidas adequações, apresenta-se a equação (14) (Nussenzveig, 2002); (Halliday, Resnick, Walker, 2008).

$$\int_{t_0}^{t_1} v dt = v_0(t_1 - t_0) + \frac{1}{2} a (t_1 - t_0)^2 \quad (14)$$

Adequando os lados esquerdo e direito em relação aos limites de integração, o que se tem é apresentado na equação (15).

$$\int_{t_0}^{t_1} v dt = v_0(t_1 - t_0) + \frac{1}{2} a (t_1 - t_0)^2 \quad (15)$$

Considerando que os valores de velocidade inicial e aceleração são constantes e podem ser retirados das integrais, fica fácil resolver tais integrais, sendo o resultado apresentado na equação (16).

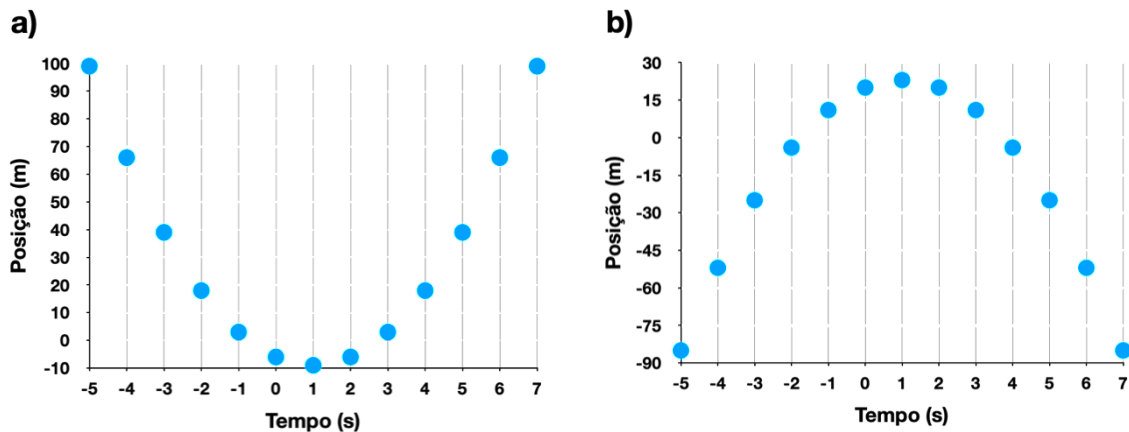
$$s_1 - s_0 = v_0(t_1 - t_0) + \frac{1}{2} a (t_1 - t_0)^2 \quad (16)$$

Neste caso, basta aplicar as considerações utilizadas anteriormente no caso do MRU, e a expressão pode ser escrita na forma clássica, como aparece nos livros, segundo a equação (17).

$$s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (17)$$

A equação (17) descreve uma função quadrática em relação ao tempo. Ao esboçar um gráfico da posição (s) da partícula em função do tempo (t), é possível observar dois tipos de comportamentos distintos, como mostrado nos Gráficos 5a e 5b, a seguir.

Gráfico 5 - Representação gráfica da equação horária do espaço para MRUV para uma: a) aceleração positiva, e b) aceleração negativa.



Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

Quando a aceleração da partícula é positiva, a parábola aparece com concavidade voltada para cima, enquanto que no caso da aceleração negativa, a concavidade aparece voltada para baixo. Destaca-se que as representações gráficas que são apresentadas neste caso servem meramente para ilustrar estes aspectos que estão sendo discutidos, e não estão relacionadas à descrição de um sistema em especial.

Ademais, de forma a complementar as possíveis análises, há ainda a possibilidade de se obter mais uma equação que pode ser utilizada na análise e descrição dos movimentos de corpos em MRUV, a equação de Torricelli, obtida ao isolar o tempo na função da velocidade equação (13) e substituir esse valor na função da posição equação (17), resultando na equação (18).

$$v^2 = v_0^2 + 2as \quad (18)$$

O MRUV, compartilha algumas características fundamentais com o MRU. Primeiramente, a definição básica do MRUV envolve o movimento de um objeto em relação a um ponto de referência ao longo de uma linha reta, onde sua aceleração permanece constante. Isso implica que a velocidade do objeto experimenta mudanças uniformes em intervalos de tempo iguais. Trata-se de um deslocamento em linha reta com uma aceleração constante. Segundo Palandi *et al.* (2010), a principal característica desse movimento é que o módulo da velocidade passa por variações iguais em intervalos de tempos iguais, conforme já apresentado nos Gráficos 3a e 3b, uma reta inclinada em relação ao eixo horizontal.

Uma segunda característica do movimento retilíneo uniformemente variado é

o aspecto associado à velocidade. Esta grandeza experimenta mudanças uniformes em intervalos de tempo consistentes, ou seja, sua variação é linear, seguindo uma função do primeiro grau. Logo, o MRUV pode ser classificado como acelerado ou retardado como é trazido no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado em função da velocidade e aceleração

Tipo de movimento	Classificação
Acelerado	Quando o módulo da velocidade $ v $ aumenta, ou seja, o produto da velocidade com a aceleração é positivo. $(v \cdot a) > 0$
Retardado	Quando o módulo da velocidade $ v $ diminui, ou seja, o produto da velocidade com a aceleração é negativo. $(v \cdot a) < 0$

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

A terceira característica deste movimento é que a posição do objeto experimenta mudanças proporcionais ao quadrado do tempo, ou seja, ela varia de acordo com uma função do segundo grau, caracterizando-se como um movimento espelhado no eixo vertical, como pode ser observado nas representações trazidas anteriormente, nos Gráficos 5a e 5b.

Com estes aspectos sendo retratados, espera-se que o leitor possa ter uma visão geral acerca dos principais aspectos da mecânica que serão utilizados no decorrer deste trabalho, facilitando o entendimento de cada abordagem realizada nas seções seguintes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Dos critérios para a filtragem e seleção dos artigos

A seleção dos artigos e coleta de dados para a realização da pesquisa foi realizada por meio das bases de dados: Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, onde foram buscados artigos publicados no idioma português, tendo como filtro as publicações que ocorreram sobre os temas de interesse entre os anos 2018 a 2023.

A pesquisa foi feita com os descritores de forma isolada e combinada, tendo a escolha dos artigos sido feita em duas etapas. A primeira, a partir da leitura do título e resumo, e a segunda, com a leitura de todo o trabalho, caso este fosse de aparente relevância para esta pesquisa, conforme destacado a seguir.

Os critérios de inclusão foram: artigos e materiais atuais (2018 – 2023) que utilizassem uma abordagem contendo recursos tecnológicos aplicados ao ensino de MRU e MRUV; estudos que tratem diretamente do ensino de MRU e MRUV com o uso de TDICs, especialmente aqueles que exploram práticas pedagógicas, estratégias didáticas e os impactos no aprendizado dos estudantes; estudos que utilizam metodologias qualitativas, como análise de caso, entrevistas, publicações em revistas científicas revisadas por pares com relevância acadêmica ou repositórios educacionais com critérios editoriais rigorosos.

Já os critérios de exclusão contemplaram: materiais publicados antes do período estabelecido, uma vez que a relevância de tecnologias digitais pode mudar rapidamente com os avanços tecnológicos; estudos predominantemente quantitativos, que não atendem ao objetivo de explorar a profundidade qualitativa das práticas de ensino e compreensão conceitual dos estudantes; publicações em fontes não revisadas por pares, materiais de opinião sem embasamento científico ou artigos de blogs sem revisão editorial.

Quanto aos aspectos éticos, por se tratar de uma pesquisa bibliográfica, o presente estudo não necessitou passar por avaliação de um comitê de ética em pesquisa. Também não houve necessidade de solicitar permissão aos autores, visto que não houve prejuízo aos princípios da bioética em pesquisas e os mesmos, por

serem publicações eletrônicas disponíveis nos bancos de dados *online* da rede universal de dados (*Internet*), são de livre acesso a todos.

Após uma seleção inicial pelos descritores, foram examinados os títulos dos artigos, sendo excluídos aqueles que não abordavam o tema específico. Esse processo foi repetido durante a leitura dos resumos e do conteúdo completo dos artigos.

Os autores deste trabalho realizaram o estudo dos trabalhos encontrados tendo como objetivo extrair informações sobre o periódico no qual o artigo foi publicado (tendo em vista sua relevância), quais foram os objetivos do trabalho, quais foram os aspectos metodológicos utilizados, e finalmente, quais são os principais resultados e as conclusões obtidas ao longo de todo o estudo. Após uma análise detalhada dos artigos, foi utilizada uma abordagem qualitativa para identificar e, posteriormente, agrupar ideias em núcleos ou categorias de significado. Desta forma, foi desenvolvida uma estratégia de busca que, ao basear-se em artigos, caracterizou a pesquisa como metodológica e integrativa.

Ao final desta varredura das bases de dados, os principais artigos foram selecionados e são apresentados na seção 3.2.

3.2 Apresentação do panorama geral encontrado na literatura

O uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) no ensino de física, especialmente para conceitos como Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), tem sido amplamente discutido na literatura, servindo como um ponto de ancoragem importante para a elaboração e aplicação da sequência didática presente neste trabalho. Para facilitar a observação e ter um panorama geral dos trabalhos que foram encontrados e estudados, são criados três Quadros (2-4), de maneira a auxiliar na elaboração de um resumo geral a respeito dos artigos que foram selecionados. Os quadros serão apresentados, e em seguida, serão feitas discussões sobre os trabalhos, de uma maneira mais detalhada.

Vale destacar que, para facilitar a apresentação das informações, os trabalhos apontados nos quadros remetem ao chamamento de suas referências, seguindo o padrão de autoria e ano. Tudo que foi levantado e é apresentado neste capítulo também reflete em ideias que são apresentadas ao longo do trabalho, quando assim

citadas, e também, ideias que contribuiram para a confecção dos materiais utilizados tanto na aplicação da Sequência Didática, como também na elaboração dos demais materiais disponibilizados no Produto Educacional (APÊNDICE B).

No Quadro 2, são apresentados os dados de aplicação específica e TDIC utilizada nos trabalhos apresentados. A partir deste quadro, fica facilitada a apresentação e comparação destes primeiros trabalhos que foram levantados.

Quadro 2. Foco do estudo dos trabalhos selecionados.

Autor(es)	Ano	TDIC Utilizada	Aplicação Específica
Silva, Almeida e Fonseca	2022	Simulações interativas	Visualização de velocidade e aceleração no MRU e MRUV
Santos e Kroeff	2018	Gamificação	Aumento do engajamento e <i>feedback</i> imediato por parte dos estudantes
Martins e Rodrigues	2022	Realidade Aumentada/Virtual	Visualização imersiva de vetores de velocidade e aceleração
Almeida, Silva e Santos	2021	Modelagem computacional	Construção de modelos para compreender equações de movimento
Nunes e Araújo	2020	Simuladores digitais	Representação prática de trajetórias e variáveis
Fernandes e Castro	2021	Simuladores e o conceito de sala de aula invertida	Estudo dos MRU e MRUV a partir das apresentações dos estudantes
Oliveira e Castro	2020	Simuladores digitais	Interatividade no uso dos simuladores para estudar MRU e MRUV

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Os trabalhos que são apresentados no Quadro 2 apresentam tratativas diversas para ministrar diferentes aspectos do conteúdo de Cinemática, cada qual com aplicações e objetivos delineados para a TDIC utilizada. Da mesma maneira, no Quadro 3 são realizadas as separações dos trabalhos estudados, tomando agora os benefícios e as limitações associadas ao uso das TDICs.

Quadro 3. Benefícios e limitações dos trabalhos selecionados.

Autor(es)	Ano	Benefícios Identificados	Limitações ou Desafios
Silva, Almeida e Fonseca	2022	Melhoria na compreensão de relações matemáticas	Infraestrutura inadequada nas escolas
Santos e Kroeff	2018	Aprendizado dinâmico e interativo	Distrações com tecnologias digitais
Martins e Silva	2022	Experiência imersiva favorecendo compreensão intuitiva	Formação inadequada dos professores

Almeida, Silva e Santos	2021	Desenvolvimento do pensamento crítico	Necessidade de softwares específicos
Mendes e Rocha	2022	Aumento da motivação e engajamento dos estudantes	Dependência excessiva de recursos digitais

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Neste caso é interessante destacar que os trabalhos não “romantizam” o uso das TDICs como algo perfeito e que pode ser utilizado como uma ferramenta mágica para facilitar o ensino dos conteúdos. Cada um dos autores tenta abordar quais são os pontos benéficos destes tipos de estudos, entretanto, sem que se esqueça dos problemas que isso acaba envolvendo. Por fim, no Quadro 4 é realizada mais uma divisão dos trabalhos, desta vez, abordando o público-alvo da pesquisa e o tipo de metodologia aplicada.

Quadro 4. Público-alvo e metodologia utilizada nos trabalhos selecionados.

Autor(es)	Ano	Público-Alvo	Metodologia Empregada
Souza e Cardoso	2021	Estudantes do Ensino Médio	Simulações digitais substituindo laboratórios físicos
Sousa e Lima	2022	Estudantes do Ensino Médio	Aprendizagem baseada em projetos (PBL)
Freitas e Cunha	2023	Estudantes do Ensino Médio de escola pública	Experimentos virtuais com acompanhamento docente
Gonçalves e Ribeiro	2020	Estudantes do Ensino Médio	Ferramentas de modelagem e simulação
Gomes e Santos	2022	Estudantes do Ensino Médio	Uso de ferramentas como <i>PhET</i> e <i>Tracker</i>

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Neste caso, destaca-se que os trabalhos escolhidos foram todos sobre aplicações dos estudos em turmas do Ensino Médio, sendo que somente um deles faz questão de destacar a utilização de turmas de uma escola pública. Embora possa parecer um pouco óbvia a aplicação dos estudos todos em turmas do Ensino Médio, vale destacar que o conteúdo de Cinemática é um dos primeiros conteúdos com os quais os estudantes do Ensino Superior, da área de Ciências Exatas, acabam tendo contato, podendo ser um público alvo interessante para se trabalhar, tendo em vista que, possivelmente, façam alguns anos desde que estudaram este conteúdo no Ensino Médio. Pensar nesta abordagem pode mostrar o quão significativo foi seu entendimento e aprendizado a respeito desses assuntos, analisando os pontos que podem ser melhorados, e ainda, fazer uso de ferramentas mais elaboradas e que exijam um conhecimento matemático um pouco mais amplo.

3.2.1 Importância das simulações no Ensino de Física

A relevância das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) para o ensino de Física tem sido amplamente destacada na literatura. Estudos recentes enfatizam que o uso de simulações interativas proporciona uma visualização clara dos efeitos de velocidade constante e aceleração nos movimentos retilíneos, o que muitas vezes é desafiador em abordagens exclusivamente teóricas (Silva, Almeida e Fonseca, 2022). Estas ferramentas permitem ajustes de variáveis, como tempo e velocidade, e facilitam a compreensão das relações matemáticas no MRU e MRUV (Nunes e Araújo, 2020).

Simulações digitais também têm sido utilizadas como complemento aos experimentos de laboratório. Gomes e Santos (2022) destacam que essas ferramentas permitem manipular variáveis de forma que seria inviável em ambientes físicos. Em alguns contextos, simuladores chegam a substituir laboratórios tradicionais, proporcionando experiências práticas mesmo em situações de restrições financeiras ou estruturais (Souza e Cardoso, 2021). Silva, Almeida e Fonseca (2022) reforçam que o uso de TDICs no ensino de Ciências impacta positivamente na compreensão de conceitos abstratos, como os de MRU e MRUV, engajando estudantes e promovendo uma maior assimilação dos conteúdos.

3.2.2 Desenvolvimento de competências através de modelagem computacional

O aprendizado por meio da modelagem computacional também merece destaque. Almeida, Silva e Santos (2021) apontam que a modelagem permite aos estudantes compreenderem profundamente as equações de movimento e as relações entre as variáveis envolvidas. Essa abordagem também estimula o pensamento crítico e a resolução de problemas complexos (Silva e Costa, 2023), além de facilitar a ligação entre teoria e prática. Essas atividades, segundo os autores, criam experiências que dificilmente poderiam ser reproduzidas em laboratórios tradicionais.

3.2.3 Benefícios e impactos elencados pelos autores

Costa e Pereira (2021) destacam que ferramentas digitais, como vídeos, animações e jogos educacionais, promovem maior conexão entre os estudantes e os conteúdos, aumentando o interesse e facilitando a compreensão de fenômenos físicos. Da mesma forma, ferramentas como *PhET* e *Tracker* são amplamente utilizadas para explorar o movimento retilíneo em ambientes virtuais, permitindo uma experiência investigativa e interativa (Gomes e Santos, 2022). Sousa e Lima (2022) ainda argumentam que metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos (PBL), podem incentivar a autonomia e a colaboração entre os estudantes, promovendo a investigação de movimentos em diferentes contextos.

Estudos também mostram que a utilização de TDICs no ensino da Cinemática melhora significativamente a compreensão e a retenção de conceitos. Lima e Rocha (2022) relatam que estudantes que utilizam ferramentas digitais têm maior facilidade em aplicar o conhecimento adquirido para resolver problemas, enquanto Freitas e Cunha (2023) demonstraram como simulações virtuais impactaram positivamente o aprendizado de estudantes do ensino médio em uma escola pública.

3.2.4 Desafios e limitações

Apesar dos benefícios evidentes, o uso de TDICs enfrenta desafios significativos. Oliveira, Mendes e Costa (2023) apontam que a falta de infraestrutura adequada em muitas escolas, aliada à necessidade de formação específica para professores, limita a implementação efetiva dessas ferramentas. Além disso, Martins, Silva e Andrade (2023) ressaltam que o uso de tecnologias pode trazer distrações, exigindo seleção criteriosa de recursos digitais e planejamento pedagógico eficiente (Oliveira, Mendes e Costa 2023).

Outro aspecto relevante é o impacto das desigualdades de acesso à tecnologia. Souza e Cardoso (2021) destacam que essa disparidade pode resultar em experiências de aprendizagem desiguais, especialmente em escolas públicas ou contextos socioeconômicos desfavorecidos. Além disso, Lima, Nascimento e Oliveira (2021) alertam que a dependência excessiva de ferramentas digitais pode comprometer o desenvolvimento de habilidades manuais e analíticas, essenciais para o raciocínio lógico-matemático.

3.2.5 Perspectivas futuras

O uso de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) representa uma das mais promissoras inovações no ensino de Física. Martins e Rodrigues (2022) demonstraram como a RA e a RV permitem experiências imersivas que favorecem a compreensão intuitiva de conceitos como velocidade e aceleração. De forma semelhante, Lima e Rocha (2022) observaram que o uso de RA ajudou os alunos a distinguir entre conceitos muitas vezes confundidos, como velocidade e aceleração, através de representações dinâmicas.

Por fim, a gamificação no ensino de Física tem se mostrado uma estratégia eficaz para engajar estudantes e melhorar a compreensão conceitual. Santos e Kroeff (2018) relatam que jogos digitais promovem feedback imediato e criam ambientes dinâmicos, enquanto Almeida, Silva e Santos (2021) destacam que plataformas gamificadas têm reduzido barreiras conceituais e aumentado a confiança dos estudantes na aplicação prática de conceitos como MRU e MRUV.

3.2.6 Considerações finais

O uso de TDICs no ensino de Física tem mostrado grande potencial para transformar o aprendizado, mas exige um planejamento pedagógico cuidadoso e investimentos em infraestrutura e formação docente. Equilibrar atividades digitais com métodos tradicionais pode garantir um ensino mais inclusivo e eficaz, maximizando os benefícios das tecnologias enquanto se minimizam seus desafios.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 A natureza do estudo

A primeira classificação que se pode fazer quanto a este trabalho é em relação à quantidade de participantes que ele abrange, caracterizando-se como um trabalho voltado ao qualitativo, ou seja, busca-se criar uma sequência didática e aplicá-la em uma sala de aula, observando como os resultados deste pequeno grupo se mostram ou não relevantes quanto ao objetivo central da pesquisa, que é promover e observar indícios de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes. Em consequência a esta abordagem, pode-se classificar a pesquisa realizada como sendo descritiva, uma vez que ela observa, registra e analisa tudo que foi obtido sem que sejam realizadas manipulações ou tratativas que interfiram nos resultados obtidos, isto é, a sequência didática e todas as abordagens utilizadas na sala de aula foram concebidas previamente, e não sofreram adaptações no decorrer de sua aplicação. A todas estas abordagens descritas, como colocam Lakatos e Marconi (2016), uma das pretensões deste tipo de pesquisa é tentar observar e determinar, da forma mais precisa possível, a frequência com a qual dado fenômeno ocorre, relacionando sua natureza e suas características.

Em relação a coleta de dados e análise destes, utilizou-se algumas ideias e abordagens disponíveis na literatura tanto para a coleta, quanto para o tratamento dos dados obtidos, como análise de vídeo das atividades que ocorreram, entrevista com os participantes, questionários e observação das explicações dos estudantes (Ana e Lemos, 2018) (Laburú, Barros & da Silva, 2011).

4.2 O local e os participantes da pesquisa

A proposta, ou sequência didática, foi implementada em seis encontros, com uma carga horária total de 12 horas/aula. Sua realização envolveu 18 alunos do 1º Ano do Ensino Médio, matriculados em um Colégio Estadual de uma cidade do interior do Paraná, Nova Tebas.

Sua aplicação ocorreu entre março e maio de 2023, em uma turma matutina do 1º Ano. O tema central da pesquisa foi elaborar e aplicar uma proposta de ensino

envolvendo os assuntos de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) fazendo uso de diferentes tecnologias, conforme apresentado nos Quadros 2 e 3, no subtópico 4.5, que será apresentado logo mais a frente, em um espaço adequado a tal tratativa.

Vale salientar que todos os estudantes envolvidos na pesquisa, bem como seus tutores, estavam cientes e de acordo com suas participações no trabalho. Ademais, foram coniventes com a realização de todo o estudo, sabendo que este seria, posteriormente, publicado. De forma a respeitar os critérios éticos, preservando as identidades dos envolvidos, nenhum dado sensível foi coletado, sendo as imagens dos estudantes, bem como suas respostas às perguntas, apresentadas de forma que não fosse possível identificar os envolvidos.

4.3 Os instrumentos de coleta de dados

Para coletar os dados, inicialmente foi aplicado um questionário utilizando a plataforma do *Google Forms*, com o intuito de identificar o conhecimento prévio dos estudantes. A partir desta atividade, foram levantadas as informações que serviriam de base para, posteriormente tentar caracterizar se houve evolução no aprendizado destes estudantes. O tratamento destes dados, e a elaboração dos gráficos foram realizadas todas utilizando planilhas do programa Microsoft Excel®.

Em sequência, e de forma concomitante ao tratamento dos dados, foi dada continuidade às abordagens, realizando aula expositiva dialogada, uso de vídeos e recursos tecnológicos, de forma a promover a construção do conhecimento através da exploração e manipulação dos simuladores e de procedimentos experimentais. Todos os trabalhos de cunho avaliativo ocorreram através da apresentação de trabalhos em equipe. Posterior a todas essas abordagens, findou-se a coleta de dados com a aplicação do mesmo questionário feito inicialmente, de forma a poder observar como se deu a evolução dos conhecimentos sobre o tema.

4.4 Escolha das atividades e abordagens

De forma a balizar a escolha dos critérios de avaliação utilizados no decorrer deste trabalho, foram utilizadas ideias e os modelos com base nos artigos levantados

e estudados na seção 3. O levantamento, leitura e estudo destes artigos serviu como base para todas as etapas deste trabalho, desde a elaboração dos exercícios que seriam aplicados para os estudantes, a escolha de simuladores e tecnologias pertinentes à temática escolhida, bem como na seleção de uma metodologia válida para coleta e análise dos dados.

4.5 Descrição do Produto Educacional

A proposta didática desenvolvida é uma Sequência Didática (SD) para ensinar MRU e MRUV fazendo uso, especialmente, de recursos tecnológicos, com objetivo de facilitar o processo de ensino aprendizagem, através do aumento da motivação, da possibilidade de visualização dos fenômenos discutidos e do teste das hipóteses elaboradas para explicar o que se está observando. Sua estruturação pode ser vista no Quadro 5, onde são apresentadas as etapas do estudo, sua duração em aulas, e quais atividades foram realizadas.

Quadro 5. Estrutura geral da Sequência Didática.

Etapa da sequência didática	Encontros (CH)	Atividades
Apresentação do tema (MRU).	Encontro 1: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação do questionário inicial (pré-teste) sobre MRU, com uso do <i>google forms</i> – Link: https://docs.google.com/forms/d/1QswxiT-G-gDn3nzcABMhvMXA2orQZLx_KAnBr_zNPxo/edit; ▪ Apresentação do MRU e seus conceitos com o uso de slides; ▪ Exibição de vídeos do <i>youtube</i> sobre MRU, levando os alunos ao conhecimento conceitual. Link: https://www.youtube.com/watch?v=6lcjKPC-k68; ▪ Discussões sobre os conceitos abordados nos vídeos. Relacionando conceitos obtidos anteriormente com os vistos nos vídeos.
Desenvolvimento do tema.	Encontro 2: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aula expositiva e dialogada sobre os fundamentos de MRU; ▪ Aula prática: Utilização do <i>Google Maps</i> para ilustração de conceitos fundamentais. Link: https://www.google.com.br/maps/@-24.6167086,-51.3214211,7z.
Aula prática: Simulações no <i>Tracker</i> para MRU e MRUV.	Encontro 3: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação do software <i>Tracker</i> para experimentos de MRU e MRUV; ▪ Instruções sobre coletas de dados e análise dos resultados no <i>Tracker</i>.

Avaliação: Prática experimental	Encontro 4: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação do trabalho sobre MRU; ▪ Aula prática sobre MRU.
Aula expositiva e prática: Apresentação e uso do Simulador <i>Walter Fendt</i> para MRU e MRUV.	Encontro 5: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso do simulador <i>Walter-Fendt</i> para verificação dos conceitos de MRU, MRUV e seus respectivos gráficos. Link do simulador: https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration_pt.htm
Avaliação e aplicação do pós-teste (questionário)	Encontro 6: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação de trabalho dos alunos; ▪ Aplicação do pós-teste com o uso da ferramenta <i>google forms</i>. Link: https://docs.google.com/forms/d/1QswxiT-G-gDn3nzcABMhvMXA2orQZLx_KAnBr_zNPxo/edit

Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

A proposta didática foi concebida e estruturada tendo em vista sua aplicação em aulas presenciais. A ideia que ela carrega, tendo em vista os aspectos teóricos abordados é apresentado de forma simplificada no Quadro 6. Os conteúdos são abordados de forma conceitual, procedimental e atitudinal.

Quadro 6. Conteúdo abordados durante o desenvolvimento da Sequência Didática.

CONTEÚDOS		
Conceitual	Procedimental	Atitudinal
Sobre movimentos: <ul style="list-style-type: none"> • MRU; • MRUV. 	Trabalhar com experiências e vivências dos educandos, ou seja, aliando seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos abordados, ajustando aossimuladores que apresentamsituações-problema.	Proposição de situações-problemas que desafiem os educadose os façam refletir sobre a teoria aprendida, de modo a aplicá-la na prática.
<p>O QUE SE ESPERA: Espera-se que os educandos consigam se apropriar dos conceitos apresentados durante as aulas teóricas, de modo a aplicá-los na prática cotidiana de suas vivências.</p>		
<p>RECURSOS DIDÁTICOS: Quadro negro/branco, giz/canetão, internet, vídeos, celulares, computadores, plataformas e aplicativos digitais,slides, materiais impressos e sistematizados etc.</p>		
<p>AVALIAÇÃO: A avaliação será realizada conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9394/96, a qual estabelece que a avaliação é parte do processo de ensino-aprendizagem, contínua e cumulativa, com predominância dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos, prevalecendo o desenvolvimento do estudante ao longo do período letivo sobre os de eventuais avaliações finais.</p> <p>Embora a LDB traga tais aspectos, ela permite que estes sejam estabelecidos e aplicados de maneira ampla, se alinhando às ideias propostas nesta pesquisa, que visa observar o quanto o estudante evoluiu ao longo da aplicação da Sequência Didática. Desta forma, o estudante consegue demonstrar a sua evolução contínua e cumulativa, sendo este avaliado individualmente ou em grupo, uma vez que a própria interação entre os estudantes também pode ser vista como um ponto benéfico e que propicia aprendizagem.</p>		

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Relatos Da Experiência

5.1.1 Encontro I

Neste primeiro momento foi realizada a apresentação da Sequência Didática (SD) e como ela seria desenvolvida com a turma, bem como a quantidade de encontros que seriam realizados. A avaliação diagnóstica¹³, o primeiro passo na execução da SD, foi executada por meio da plataforma digital do *Google Forms* abordando conhecimentos sobre o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

O questionário aplicado é composto de 10 questões relacionadas aos assuntos, podendo ser observado na íntegra no Quadro 7. Plausível de avaliação a respeito do conhecimento prévio do aluno e do que vai ser ensinado, qualquer avaliação pressupõe critérios a partir dos quais se valorizam os resultados (Silva e Moradillo, 2002). Este questionário também será denominado como primeira atividade avaliativa ou pré-teste.

Quadro 7 - Primeira avaliação diagnóstica (pré-teste).

Questionário 1

1) O que você entende por "movimento" no contexto do seu dia a dia?

R - _____

2) Como você definiria o termo "retilíneo" em relação ao movimento?

- a) Movimento em linha curva.
- b) Movimento em linha reta.
- c) Movimento em trajetória circular.
- d) Movimento em espiral.
- e) Movimento em zig-zag.

3) Alguma vez você percebeu algo se movendo em linha reta por um período prolongado?

R - _____

¹³ Disponível em: https://docs.google.com/forms/d/1QswxiT-GgDn3nzcABMhvMXA2orQZLx_KAnBr_zNPxo/edit

4) O movimento de uma escada rolante é:

- a) Movimento Retilíneo Uniforme;
- b) Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.

5) Defina o significado da palavra velocidade?

R- _____

6) Supondo que você esteja em casa sentado na sala jogando vídeo game, neste momento está parado ou em movimento em relação a Terra?

- a) Parado
- b) Movimento
- c) Nenhuma das anteriores

7) O que você acha que significa "uniforme" quando se fala em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)?

- a) Movimento sem variação de velocidade.
- b) Movimento com aceleração constante.
- c) Movimento em linha curva.
- d) Movimento com velocidade variável.
- e) Movimento em espiral.

8) No seu conceito, por que é importante o uso de cinto de segurança?

R - _____

9) Se você está em pé dentro de um ônibus o motorista aumenta a velocidade o que acontece com o seu corpo?

- a) Seu corpo é projetado para frente;
- b) Seu corpo fica em repouso;
- c) Você é lançado para cima;
- d) Seu corpo é projetado para trás.

10) Ao jantar em um restaurante japonês com uma esteira giratória para servir comida, qual tipo de movimento você acha que seria mais conveniente: Movimento Retilíneo Uniforme ou Movimento Retilíneo Uniformemente Variado? Por favor, explique a razão de sua escolha.

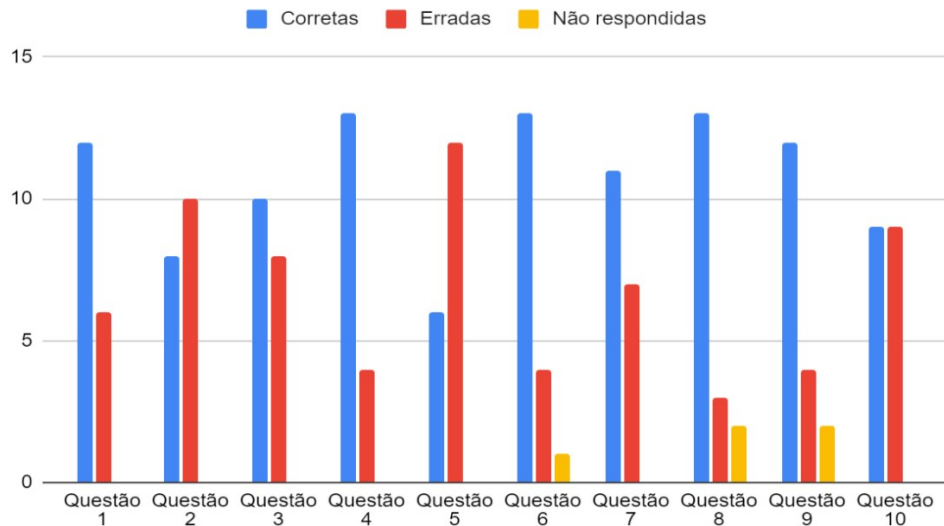
R - _____

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Após a análise, os dados foram tabulados e estão apresentados na Gráfico 6, indicando que, apesar de os alunos possuírem conhecimentos sobre o tema, houve erros a serem considerados, em especial, nas questões de números 2, 3, 5 e 10. No caso das questões 1, 3, 5, 8 e 10, por serem de cunho dissertativo, sua análise foi realizada em relação ao quão correta a resposta estava em relação ao que se esperava. Embora algumas destas questões façam uso de perguntas mais gerais, como no caso da 3, onde a pergunta é: “Alguma vez você percebeu algo se movendo em linha reta por um período prolongado?”, ainda assim é possível identificar como

certo e errado, com base nas justificativas que são dadas para a pergunta, mostrando que o estudante apresenta ou não conhecimento específico sobre o que foi trazido.

Gráfico 6 - Resultados da primeira avaliação diagnóstica (pré-teste).



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

A grande variação nos percentuais de acertos e erros entre as questões reflete em distintos níveis de compreensão por parte dos alunos, apontando para áreas específicas que demandam atenção adicional durante as explicações do conteúdo. Neste caso, utilizar um gráfico para apresentar a distribuição das respostas dos estudantes acaba por facilitar o estudo do caso, tendo uma visão ampla e simplificada dos aspectos analisados (acerto, erro e omissão).

Destacam-se nas questões 4, 6 e 8 os mais altos percentuais de acertos (72%), sugerindo que os alunos possam ter um certo conhecimento, ou familiaridade em relação aos conceitos abordados nestas questões. Cabe ressaltar aqui que foi solicitado aos estudantes que não fossem feitos “chutes” na hora de responder as questões propostas, isto é, como a atividade não estava sendo avaliada pela quantidade de acertos e erros de cada um, estes teriam a liberdade de expressar o que realmente fizesse sentido em suas visões. É claro que no caso de uma questão mais subjetiva, como a questão 8, são possíveis respostas variadas, que não necessariamente seriam erradas, mas que as vezes, não fariam sentido com o tema abordado, sendo assim, o que se define como certo e errado sempre faz menção ao conteúdo Cinemática.

Por outro lado, nas questões 2 e 5, observa-se um desempenho menos favorável, com percentuais de acertos mais baixos (44% e 33%, respectivamente), indicando áreas potencialmente desafiadoras. Estas questões podem necessitar de uma abordagem mais detalhada nas futuras lições, indicando um caminho que o professor pode precisar dar mais ênfase durante suas explicações.

No que diz respeito às questões sem respostas, é notável que todas apresentam um número mínimo ou nulo de omissões. Isso pode ser interpretado positivamente como um indicativo de que minimamente os estudantes já tenham ouvido algo sobre os assuntos abordados.

Segundo Ricardo (2010), o professor ao estabelecer os primeiros contatos com as turmas, já possui uma relação com os saberes disciplinares daquilo que pretende ensinar. Fator que favorece seu planejamento a partir das informações obtidas na pesquisa, quanto a inclusão de atividades de aprofundamento pode desafiar e expandir o conhecimento existente. Embora a pesquisa e a SD não pretendam se moldar aos resultados apresentados pelos estudantes após a aplicação deste questionário, as respostas acabam por indicar pontos que devem ser mais enfatizados durante as explicações teóricas, tendo em vista se tratar de uma lacuna que grande parte dos estudantes apresentam. Neste caso, pode-se citar a necessidade de uma maior atenção aos casos das questões 2 e 5, como foi citado anteriormente, devido ao mau desempenho da maioria da turma.

A tratativa dos conceitos teóricos foi realizada de duas maneiras. Além da abordagem tradicional de quadro e giz, foram também realizadas apresentações de *slides* e vídeos do *Youtube* explicativos sobre o MRU, tentando desta maneira fazer a apresentação dos conteúdos a partir de diversas e distintas abordagens, preconizando que os estudantes pudessem entender sobre os conceitos da melhor maneira possível. Para Dallacosta (2004), os vídeos do *Youtube* podem ser vistos pelos alunos de forma positiva. Utilizar tais vídeos, amparados por momentos de discussão e debate sobre os conceitos abordados na avaliação diagnóstica, permite ao educando uma reflexão sobre o que lhe foi apresentado e o que ele respondeu, levando a importantes momentos de aprendizado.

Este momento da atividade acabou servindo como um *feedback* proporcionando o debate entre os alunos com a mediação do professor, propiciando o reconhecimento de seus esforços e a correção de eventuais equívocos de maneira construtiva. Segundo dos Santos e Kroeff (2018), o *feedback* trata-se de um campo

da educação que necessita se respaldar nos pressupostos da aprendizagem significativa, do papel mediador do professor e da pesquisa como princípios educativos. Enfim, ao ponderar sobre esses resultados, os educadores têm a oportunidade de adaptar o planejamento de ensino para atender às necessidades específicas dos alunos, promovendo uma compreensão mais abrangente e sólida dos princípios do conteúdo.

5.1.2 Encontro II

Nesta aula, aplicada de forma expositiva e dialogada, conceitos fundamentais como referencial, velocidade, trajetória, deslocamento, movimento, repouso, no MR foram retomados com a utilização do *Google Maps*¹⁴. As escalas dos gráficos também foram exploradas remetendo ao uso das mesmas nos antigos mapas comerciais (físicos).

Além da exploração dos conceitos, os estudantes receberam instruções para medir a distância entre dois pontos no mapa. Eles identificaram o ponto inicial e final, utilizando a funcionalidade de medição do *Google Maps* para calcular a distância entre eles. De mesmo modo, ao explorar a determinação da velocidade média de um objeto ao longo de uma rota, os estudantes mediram o tempo necessário para percorrer uma distância específica e realizaram o cálculo dividindo o deslocamento pelo tempo.

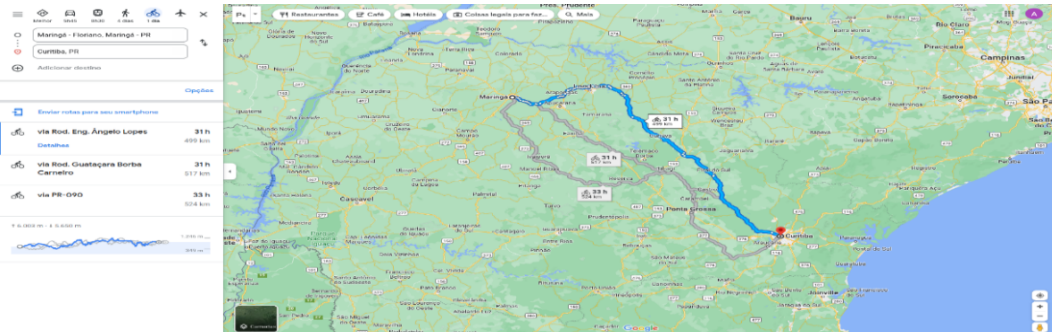
Desta forma, os recursos do *Google Maps* foram utilizados para criar representações em que os estudantes localizaram a posição do objeto em diferentes momentos ao longo da trajetória. Portanto, este aplicativo facilita a abordagem dos cálculos das distâncias entre diferentes pontos geográficos e da velocidade escalar média, permitindo estimar o tempo necessário para percorrer essas distâncias. Além disso, é possível levar em consideração os diversos modos de transporte disponíveis, como carro, bicicleta ou a pé.

A seguir estão exemplificadas diferentes trajetórias para demonstrar a distância e o tempo de um mesmo trajeto realizado com recursos diferentes entre as cidades de Maringá e Curitiba, ambas no estado do Paraná, que podem ser observados por meio das Figura 5 (a-c).

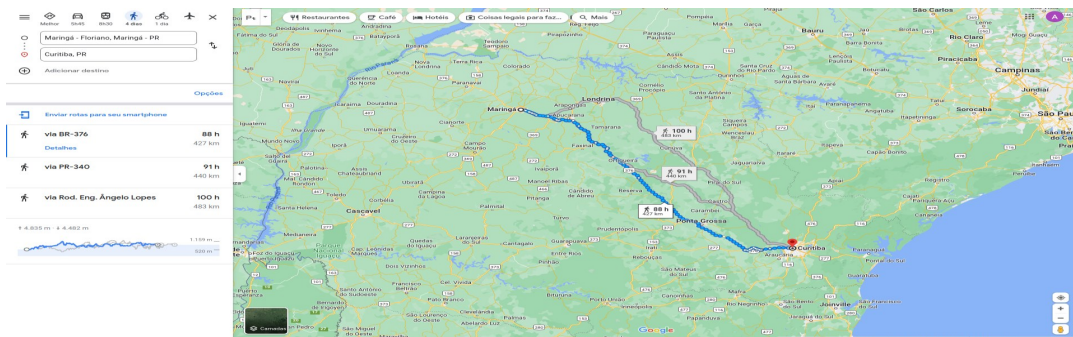
¹⁴ Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>.

Figura 5 - Trajetória de Maringá a Curitiba realizadas por meio de: a) de motocicleta; b) a pé; c) de carro.

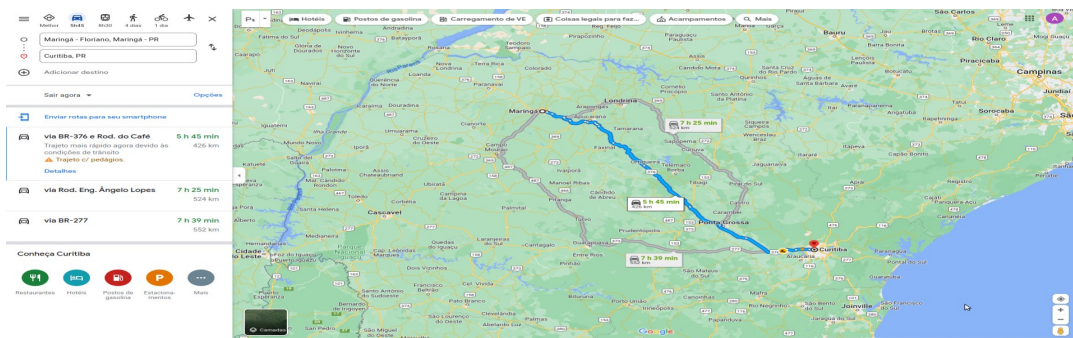
a)



b)



c)



Fonte: Capturas de tela do Google Maps (2024).

Os estudantes puderam identificar que, de carro, o trajeto é feito em menos tempo, pois este imprime maior velocidade escalar média do que os demais meios de transporte disponíveis. Ainda em relação a este estudo, os alunos observaram as diferentes trajetórias, nas diversas opções de transportes, podendo compará-las e discutir sobre as possíveis alterações na trajetória adotada para cada uma. Assim sendo, o *Maps* indica as rotas a ser ocupadas pelo corpo em determinado espaço, as quais são identificadas pela localização de um móvel em relação a um referencial. Portanto, o deslocamento se baseia na variação da posição de um corpo, ou seja, a variação entre sua posição inicial até atingir a posição final. Segundo o que apontam

os autores Halliday, Resnick e Walker (2008), este deslocamento ocorre tanto no sentido de um referencial adotado, como também pode ocorrer no sentido oposto da trajetória, representando a ideia de ida e a volta através de um mesmo caminho.

No *Google Maps*, ao inserir um destino e um ponto de partida, é possível calcular uma estimativa do tempo de viagem, levando em consideração as condições do tráfego para aquele momento. Embora não forneça a velocidade exata, essa estimativa baseia-se na média histórica em cada trecho do caminho e nas condições em tempo real, que podem influenciar negativamente no deslocamento, como a citar um acidente ou congestionamento.

Durante a navegação, as rotas no *Google Maps* são destacadas com cores diferentes que indicam o fluxo do tráfego. Por exemplo, rotas congestionadas podem ser exibidas em vermelho, sugerindo uma possível redução na velocidade. Alertas são emitidos sobre congestionamentos, acidentes e outros eventos que podem impactar a velocidade média de deslocamento. Tais situações podem ou não influenciar a escolha da rota, a partir das informações enviadas sobre possíveis atrasos. Em geral, o próprio sistema acaba tentando realizar as adequações necessárias para que sejam respeitadas algumas configurações prévias que se faz nele, como evitar pedágios, vias sem asfalto, e ainda, preconizar o tempo de viagem frente ao deslocamento necessário.

Uma adição mais recente no aplicativo do *Maps* permite agora que o usuário consiga determinar a sua velocidade instantânea ao longo de um dado deslocamento. Neste caso, inviável para utilização em sala de aula, é possível, por meio do uso do GPS (traduzido para o português como Sistema de Posicionamento Global) do celular, saber o quão rápido um móvel está se movendo, baseado em medidas que ocorrem a cada segundo. No entanto, a simples possibilidade de realizar as contas para a velocidade escalar média já é um grande passo para que o estudante possa experimentar algo diferente. Seria possível ainda fazer testes em local aberto, onde os estudantes poderiam escolher um caminho relativamente longo, que demande alguns minutos de deslocamento, e tentem observar como o programa realiza adequações no tempo de viagem entre os pontos, baseado na sua velocidade instantânea. Caso o colégio onde esta atividade for aplicada apresente uma área ampla e segura, é uma possibilidade para ampliar as discussões apresentadas aqui.

Em relação a trajetória sugerida e que será adotada pelo programa, a mesma é exibida no mapa, destacada das demais por sua linha colorida em azul, enquanto

as demais rotas possíveis aparecem na cor cinza. Detalhes como ruas específicas, interseções e pontos de referência ao longo do percurso, podem ser visualizados quando utilizado um *zoom* maior, ou durante os percursos. Neste caso, é possível ainda “passear” pelos locais utilizando a função *Street View*, permitindo aos estudantes conhecerem um pouco mais dos trajetos.

5.1.3 Encontro III

Nesse encontro, a fim de sanar algumas lacunas e motivar os estudantes a estudar o conteúdo e promover sua interação, foi explicado sobre a utilização do *software Tracker* para o estudo dos MRU e MRUV. Um roteiro, bem como pode ser observado no Quadro 8, foi entregue aos estudantes a fim de organizar o raciocínio e dar instruções para a utilização deste programa. Estas escolhas de guiar os estudantes foram realizadas pensando em otimizar e aproveitar ao máximo o tempo da aula, visto a necessidade de realizar as atividades sem que se perca tempo enquanto os estudantes tentam se familiarizar com tudo que o programa pode oferecer. As instruções fornecidas dizem respeito aos processos de coleta de dados e gravação de vídeos para uso no *Tracker*. De acordo com Parisoto, Oliveira e Fischer (2016), as simulações são complexas e há a necessidade dos participantes terem conhecimentos prévios sobre o sistema. O ideal, caso esteja ao alcance do professor, é que um tempo maior possa ser disponibilizado, talvez no contraturno, de forma a propiciar aos estudantes o manejo e familiaridade com o programa que pode ser utilizado em outros momentos de sua formação.

Quadro 8 - Roteiro para uso do simulador *Tracker*.

ROTEIRO PARA O USO DO SIMULADOR TRACKER

- Baixe o programa ou abra o *Software Tracker* diretamente no navegador (Disponível em: [https://physlets.org/tracker/.](https://physlets.org/tracker/))
- Abra o vídeo no *Tracker*;
- Exiba os eixos de coordenadas;
- Crie uma régua: Utilize ferramentas como fita métrica com transferidor ou fita de calibração;
- Para criar, pressione Shift e clique no ponto para medição;

- Adicione novos elementos: Pode criar pontos de massa, adicionar valores de massa e habilitar a trajetória automática;
- Selecione o objeto de estudo: Clique no objeto que deseja analisar e observe sua trajetória;
- Grave e análise dados: Grave dados e análise usando as funcionalidades do *Tracker*;
- Marque para plotar os gráficos da Sxt; vxt e axt.
- Se desejar, copie os dados gerados, cole em um programa para análise de dados, como o Excel® ou o planilhas do *Google* e plote os gráficos.
- Faça a análise dos gráficos gerados.

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

O *software Tracker*, embora seja uma ferramenta que permita realizar análises completas e até mesmo, complexas, deve ser tratado com certo cuidado, como colocam alguns pesquisadores como Martins e Silva (2022) e Mendes e Rocha (2022). Embora seja um programa que permite realizar análises e forneça dados de maneira clara e objetiva, sua utilização acaba demandando um pouco de conhecimento por parte dos envolvidos, sendo crucial que o professor teste e se acostume com o programa antes de tentar realizar uma atividade em sala. Neste ponto, como Martins e Silva (2022) colocam, é que se destaca a importância das formações continuadas, de forma que os educadores passem a conhecer e aprender mais sobre certas tecnologias, para que possam implementá-las corretamente em sala de aula. Além disso, o fato do programa acabar substituindo outras ferramentas como cronômetro e trena, e ainda, por ser capaz de automatizar a coleta de dados e a construção de tabelas e gráficos, Mendes e Rocha (2022) alertam sobre os cuidados em não criar uma dependência dos estudantes com tais ferramentas, de forma que não esperem ou desejem fazer uso delas sempre para todas as atividades, perdendo de vista a importância do trabalho manual e de todo o processo envolvido na coleta de dados.

Em relação a seu uso, o *Tracker* permite que os estudantes estudem e visualizem praticamente todo o tipo de movimento que se possa desejar. Desde que cumpridas as exigências de calibração, o programa passa a ser capaz de entregar dados tanto de MRU quanto de MRUV, permitindo que os estudantes testem situações diferenciadas, tentando, por exemplo, criar ambos os movimentos.

Fazendo uso dos gráficos, é possível ao professor destacar as possíveis variações que podem ocorrer quando os estudantes tentam recriar um MRU, mas acabam, mesmo que pouco, alterando a velocidade, evidenciando isso com gráficos

de posição *versus* tempo que não remeta a uma única linha reta descrevendo todo o movimento, mas sim, conjuntos de retas que são criadas sempre que pequenas mudanças de velocidade ocorrem. De maneira semelhante, é possível tentar fazer com que os estudantes busquem criar o MRUV, e percebam o quão fácil ou difícil pode ser manter uma aceleração constante, realizando análises muito parecidas com as feitas para o MRU, só que agora, nos gráficos de velocidade *versus* tempo.

As abordagens e as discussões da Física envolvida nos experimentos ficam a cargo do professor, podendo ser mais ou menos aprofundada, a depender de como a turma pode responder. O fato é que este *software*, pode ser uma ferramenta valiosa para complementar os estudos sobre movimento, recaindo no que Martins e Silva (2022) colocam sobre o impacto positivo que pode ocorrer ao utilizar ferramentas que criem um ambiente imersivo para os estudantes.

Para realizar os trabalhos com o simulador *Tracker*, os estudantes foram instruídos quanto a elaboração e experimentos com vídeos, seguindo três etapas essenciais: primeiro, registrar os eventos que pretendem investigar, como o rolar de uma bola, ou o andar de uma pessoa; em seguida, editar os vídeos; por fim, desenvolver simulações e analisar os resultados utilizando o *software Tracker*.

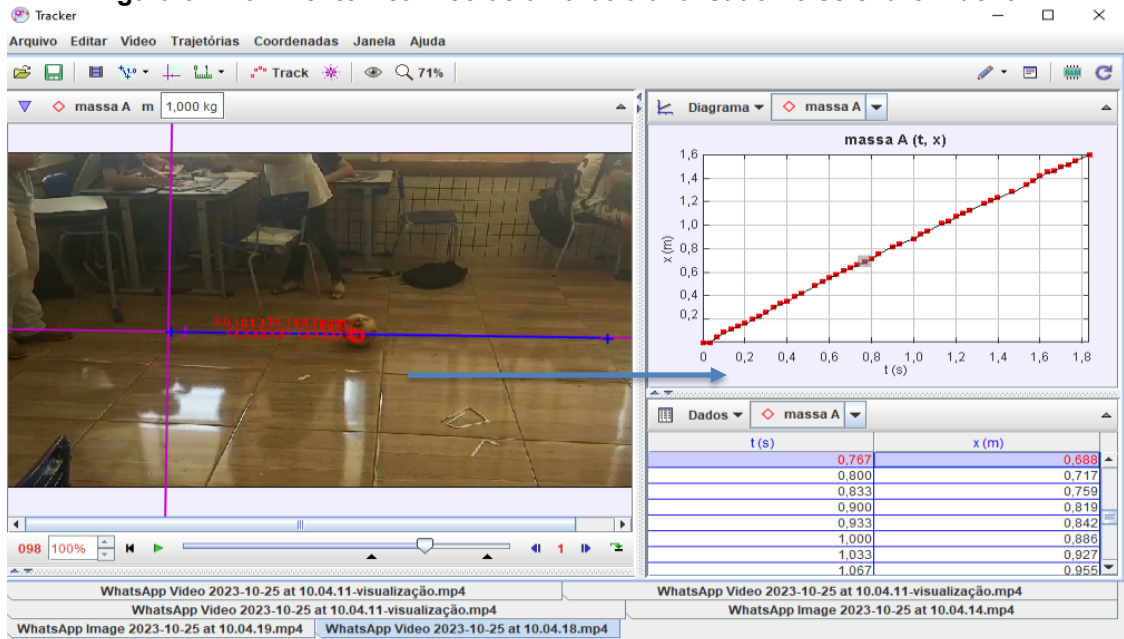
Ao longo desse processo, os estudantes estiveram ativamente envolvidos, contribuindo com sugestões e experimentando diferentes abordagens para a realização das atividades. O trabalho em equipe foi fundamental, exigindo decisões sobre erros e acertos, dada a complexidade das manobras e movimentos. Porém, é necessário contar com a dedicação de todos para garantir a precisão das gravações em vídeo, sendo, o engajamento e o comprometimento dos educandos notáveis ao longo de todo o processo educacional.

Durante a atividade os estudantes registraram os dados da simulação e gravaram os eventos necessários para análise. Para realizar os experimentos, foram simuladas situações de caminhada, bem como o rolamento de uma bola no solo, buscando simular os diferentes tipos de MRU e MRUV, para posterior análise através do *Tracker*. Ressalta-se que a atividade ocorreu de forma bem organizada, e a interação entre os estudantes pode ser considerada excelente, permitindo que estes obtivessem os dados necessários para as análises.

Na sequência, como pode ser visto na Figura 6, deu-se o momento para que os estudantes utilizassem o *software* a fim de analisar e obter dados a respeito dos movimentos que gravaram. No caso da Figura 6, por exemplo, tem-se um recorte da

cena de uma bola em movimento em linha reta, sendo representado na lateral superior direita, o gráfico da posição em função do tempo, e na lateral direita inferior, os dados que geraram o gráfico. Na fase de reflexão final, muitos dos participantes expressaram opiniões positivas sobre a integração das TDICs na sala de aula, destacando que essa abordagem torna as aulas mais envolventes e interessantes.

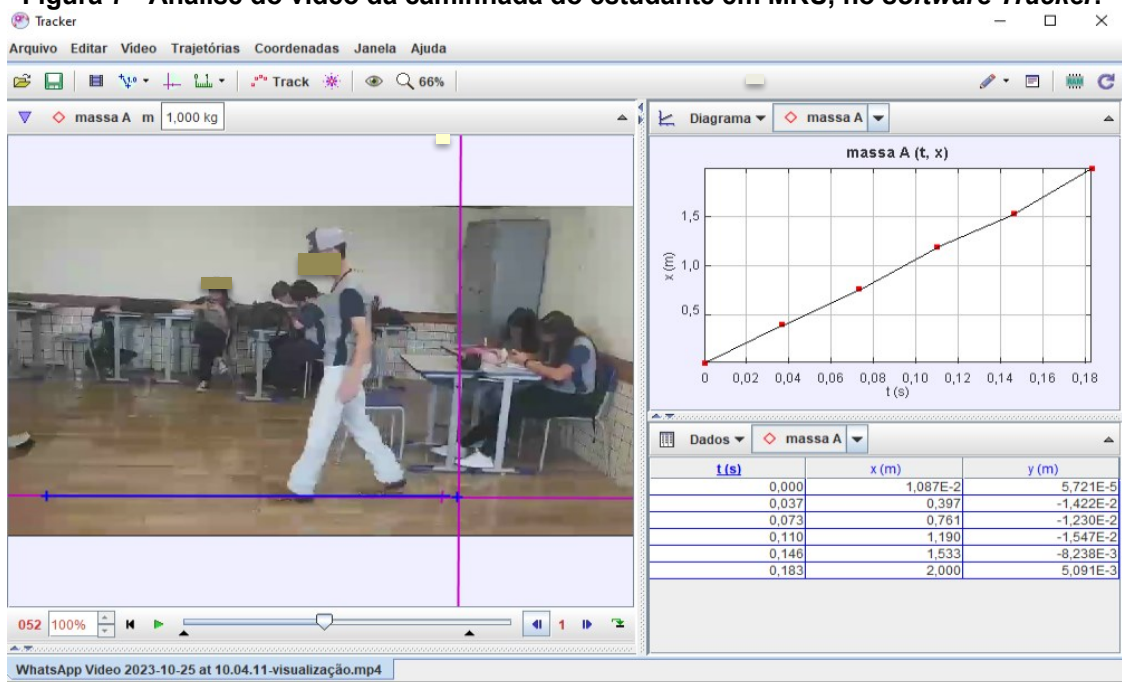
Figura 6 - Movimento Retilíneo de uma bola analisado no software Tracker.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

No decorrer das atividades, os envolvidos também registraram os dados da simulação apresentada na Figura 7. Para tal, filmaram um aluno caminhando em MRU para obter os dados necessários, os quais foram posteriormente utilizados no Tracker como informações de referência. Na Figura 7, no lado esquerdo, é representada uma parte da cena do movimento do protagonista. No lado direito, há uma tabela, no canto inferior, que apresenta dados de tempo (t), posição (x), aceleração (a) e velocidade (v), além de um dos gráficos correspondentes ao deslocamento, na parte superior.

Figura 7 - Análise do vídeo da caminhada do estudante em MRU, no software Tracker.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Ainda em relação à Figura 7, observa-se que o programa é capaz de obter e realizar a construção dos mais diversos tipos de gráficos, possibilitando aos estudantes a chance de analisar e formular hipóteses a respeito do que se observava ali, permitindo a comparação entre teoria e prática. Tal situação oportuniza desenvolver habilidades interpretativas para argumentar e criticar (Silva *et al.*, 2021). Mesmo que fossem formulados questionamentos simples, foi possível observar que os estudantes se mostraram intrigados, por exemplo, com a presença da coordenada $y(m)$ que aparecia na tabela. Embora estivessem realizando a análise de um movimento retilíneo, “Por que o programa ainda fornecia dados sobre o outro eixo? E ainda, por que estes dados ficavam variando, mesmo o protagonista andando em linha reta?” Para responder sobre esses questionamentos, é necessário que eles entendam o que é a notação científica, e o que significam todos aqueles números e a letra E que aparece. De forma superficial, já que não seria este o intuito da atividade, o professor da turma explicou que aquelas oscilações diziam respeito a algo quase imperceptível, e que isso é parte de tudo que o programa acaba fornecendo de forma automática para os vídeos que são carregados.

É possível afirmar que os estudantes conseguiram concluir com sucesso todas as atividades propostas, sendo estes casos das Figuras 6 e 7, pequenos recortes trazidos para ilustrar seus estudos e avanços ao trabalhar com o programa

proposto. Os estudantes enfatizaram que a produção de vídeos os capacitou visualizar, reconhecer e entender os processos físicos relacionados aos movimentos (MRU e MRUV). Além disso, conseguiram associar esses conceitos a situações do dia a dia, tornando as aulas mais interessantes e participativas. É claro que neste caso, tomar as afirmativas dos estudantes como sendo algo real e que caracteriza a aprendizagem significativa, é muita presunção, visto que para ter tal evidência demanda-se uma análise aprofundada sobre os conhecimentos que eles dizem ter adquirido. Neste caso, o ponto positivo que se pode evidenciar é que ao menos em suas percepções, estes estudantes ficaram satisfeitos com o que foi realizado, e tal fato os tornam mais confiantes frente ao conteúdo que foi abordado, podendo ser considerado um primeiro passo para chegar na aprendizagem significativa, uma vez que as atividades passam a ser algo de interesse dos educandos.

Esse engajamento dos estudantes ficou evidente pelos exemplos mencionados em seus depoimentos. Alguns afirmaram: “Acho ótimo porque consigo me concentrar mais no computador, aprendo melhor.” E ainda, “Essas aulas ativas impedem que eu sinta sono e realmente ajudam no processo de aprendizagem”.

Portanto, segundo Parisoto, Oliveira e Fischer (2016), tais simulações proporcionam aos estudantes experiências de vários processos que ocorrem na vida real. Os estudantes é quem acabam assumindo a responsabilidade pelas suas decisões do caminho a se seguir ao utilizar os simuladores. Neste sentido, passam a ser protagonistas em seu próprio processo educacional, sentindo-se motivados a participar ativamente nas aulas e na realização das tarefas.

Na Figura 8, por exemplo, é apresentado um momento no qual os estudantes estão concentrados, utilizando seu *smartphone*, na realização da tarefa de interpretação dos dados gerados no *software Tracker*.

Figura 8 - Educandos realizando atividades de interpretação de gráficos e tabelas das simulações criadas no *Tracker*.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Em seguida a gravação dos vídeos e importação deste no *Tracker*, cada simulação foi analisada, interpretando os gráficos e tabelas que ilustravam a aceleração, velocidade, tempo e deslocamento (no eixo horizontal). O que para Silva e Santos (2022), com a utilização de atividades experimentais virtuais em sala de aula, permite a visualização audiovisual dos conhecimentos físicos trabalhados. Nesse contexto, as TDICs vêm colaborando como uma alternativa ao tradicional método de ensino em sala de aula. Neste experimento os resultados obtidos mostram que os alunos tiveram um bom desempenho ao utilizar este guia na utilização do *software*.

Sendo assim, essa atividade possibilitou aos estudantes aplicar conhecimentos de Física em situações reais, do cotidiano, aproximando-os dos aspectos característicos do trabalho científico, nem sempre contemplados na disciplina e/ou nos livros didáticos (Fontes e Cargnin, 2023). Durante esse processo de estudo, os educandos puderam comparar os conceitos físicos envolvidos na atividade, o que lhes possibilitou verificar e validar sua aplicação na vida diária. Quando eles relacionaram as novas informações e conceitos aprendidos às suas experiências pessoais, a aprendizagem tornou-se significativa para eles, pelo menos em suas próprias opiniões, como foi destacado anteriormente.

Por fim, os estudantes participaram de uma análise e discussão, divididos em grupos, acerca simulações realizadas, utilizando um projetor multimídia para apresentar o conteúdo aos demais colegas e ao professor. Foi adotada uma abordagem questionadora por parte do professor, encorajando que os grupos formulassem suas próprias hipóteses e avaliassem os aspectos do que estava sendo observado em cada simulação. Neste caso, nada de especial pôde ser destacado sobre seus comentários, visto que, por todos apresentarem resultados muito

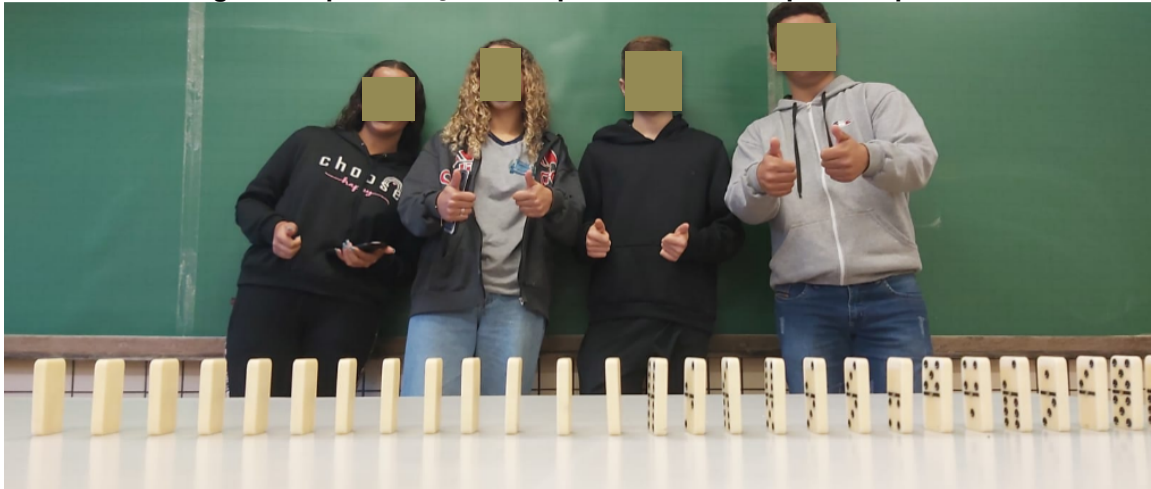
parecidos, não houve nenhum fato destoando do esperado. Os estudantes puderam perceber que o programa era capaz de identificar e indicar as pequenas variações e erros que ocorriam nos movimentos, principalmente no que diz respeito ao MRU, onde alguns pontos faziam, em suas palavras “as retas ficarem um pouco tortas, e depois voltavam a ficar retas”.

5.1.4 Encontro IV

Esta etapa se deu pela organização dos grupos de trabalho para elaboração de micro aulas sobre os conteúdos MRU e MRUV, com o intuito de fortalecer a compreensão dos conceitos. Após a escolha dos temas que seriam apresentados por cada grupo os estudantes se reuniram para analisar e decidir qual a seria a dinâmica que iriam escolher para explorar o conteúdo.

O primeiro grupo, o qual será chamado pela denominação “Grupo A”, optou por explicar o conteúdo de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) utilizando uma experiência envolvendo dominós, como pode ser observado na Figura 9. Em sua demonstração, queriam demonstrar que o MRU é um movimento caracterizado por uma velocidade constante em uma trajetória retilínea. Desta forma o experimento ocorreu com os integrantes do grupo organizando o dominó em espaços de iguais intervalos. Assim que todos foram posicionados, um dos integrantes do grupo aplicou uma força sobre o dominó da ponta, o qual se desequilibrou e caiu para frente. Esta peça então, ao tocar na próxima, também a tirou do equilíbrio e a fez cair para frente, continuando o movimento até que todas as peças acabassem caindo, em intervalos de tempo muito próximos um do outro, caracterizando o MRU.

Figura 9. Apresentação da experiência de MRU pelo Grupo A.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Por meio desta experiência os estudantes envolvidos explicaram o conteúdo e também compartilharam com os colegas a respeito do conhecimento adquirido nos encontros anteriores ao que tange o MRU. Nesse contexto, toda a sala de aula pôde observar que, ao manter uma distância igual entre as peças de dominó, e ainda, seguindo uma linha reta, a queda observada seguia o MRU, que fala sobre cobrir o mesmo tanto de espaço em função do mesmo intervalo de tempo. Dessa maneira ao derrubar o primeiro dominó, simbolizando o início do movimento, os demais dominós caem em sequência. Logo, demonstra a constância da velocidade ao longo do tempo, característica essencial do movimento. Sendo assim, a interação entre os dominós proporciona uma visualização clara e intuitiva do comportamento de um corpo em MRU, o que contribui significativamente para o aprendizado dos estudantes, estimulando o interesse pela Física.

Segundo Araújo e Abib (2003), a metodologia experimental adotada deve ser selecionada tendo em vista quais são os principais objetivos a serem alcançados com ela. Assim sendo, de forma notória a prática trouxe aos estudantes interesse em realizar cuidadosamente as anotações, bem como efetuar os cálculos de forma interativa durante o processo, reforçando seu conhecimento a respeito deste movimento.

Os demais grupos, denominados por Grupo B, Grupo C e Grupo D, acabaram por tentar explicar os conceitos seguindo ideias muito parecidas com as que foram utilizadas durante a gravação dos vídeos, sem que seja pertinente dar destaque às suas contribuições como sendo algo considerado diferenciado. Entretanto, mesmo

que sendo de forma simples e repetitiva, a explicação dos grupos e a interação dos estudantes foi satisfatória, pois, mesmo nos menores equívocos, quando um colega acaba se deslocando mais rápido ou mais devagar para demonstrar o MRU, por exemplo, havia participação da sala, falando que o movimento estava “diferente do que deveria ser”.

No caso do grupo C, este foi o único que se propôs a tentar algo um pouco diferente, que neste caso, seria um exemplo de um movimento que não respeitava o MRU, ou em outras palavras, o que seria o MRUV quando a velocidade diminui com o passar do tempo. Para tal, tentou fazer uso da prática com o rolar da bola, a qual, com o passar do tempo, acabava “perdendo seu movimento e parando”. Neste caso, como o interesse não se dá em entender o porquê de isso acontecer, nenhuma explicação e nenhuma intervenção extra foi feita por parte do professor sobre o assunto, de forma a não adentrar em discussões que poderiam tomar tempo de aula.

Tomando por base os ocorridos, nota-se que alguns estudantes foram capazes, mesmo sem que isso tivesse sido proposto de forma explícita, de realizar uma troca representacional entre tudo que haviam estudado e feito em prática, com o que utilizaram quando foram explicar tais conteúdos para os colegas. Esta troca, feita de forma adequada, demonstra indícios de uma consolidação do que foi estudado, por parte dos estudantes, sendo considerado positivo para o trabalho proposto.

5.1.5 Encontro V

Considerando os conceitos explorados nos encontros anteriores, esta etapa aula expositiva mediada pelo professor se deu para tratar somente do MRUV. Segundo Hartmann, Maronn e Santos (2019), a aula expositiva dialogada é uma estratégia que se caracteriza pela exposição de conteúdos com a participação ativa dos estudantes. Neste âmbito, passando a explorar conceitos mais avançados de cinemática e compreender a dinâmica do movimento de forma mais abrangente. Por meio de slides foram apresentados gráficos, tabelas e diagramas, ilustrando as características distintivas do MRUV e do MRU.

Além disso, exemplos práticos e situações do cotidiano foram contextualizadas com o conteúdo teórico, tornando-o mais acessível e aplicável. Ao longo da exposição, os estudantes participaram ativamente, promovendo uma

discussão mais aprofundada do assunto. Neste caso, muito se trouxe a respeito do movimento de um carro que acelera e freia ao sair e ao chegar em um semáforo, além também do que acontecia de diferente entre as provas de maratona e de corrida de 100 m em uma olimpíada. Neste caso, como colocam Hartmann, Maronn e Santos (2019), é de fundamental relevância no ensino oportunizar espaços para questionamentos, críticas e discussões.

Desta maneira, para realizar a integração entre a teoria e a prática na busca da compreensão do conteúdo é que o simulador *Walter Fendt* foi introduzido nas práticas desta etapa. Para que os educandos pudessem se familiarizar com o simulador, novamente foi entregue um roteiro para que eles pudessem seguir, bem como apresentado no Quadro 9. O intuito desta atividade, assim como as anteriores, era o de instigar os estudantes a questionarem e formular hipóteses sobre o que iria ocorrer em cada caso das simulações conforme alguns parâmetros eram alterados.

Quadro 9 - Roteiro da atividade utilizando o simulador *Walter Fendt*.

ROTEIRO PARA ATIVIDADE COM O SIMULADOR DE MOVIMENTO COM ACELERAÇÃO CONSTANTE DE WALTER FENDT

Procedimentos:

Primeiramente, é necessário acessar o *link* para ter acesso à simulação: https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration_pt.htm.

Este simulador mostra um carro a mover-se com *aceleração constante*.

Na figura que consta no fim deste quadro, a zona **verde** é onde se encontram os controles do simulador, onde as caixas de texto podem ser alteradas inserindo os valores da *posição inicial*, *velocidade inicial* e *aceleração* (deve-se pressionar "Enter" para validar os dados). Os botões de controle que aparecem na parte superior (*Reset*, *Start*, *Pause* e *Continue*) permitem controlar a simulação e fazê-la retornar aos valores iniciais. A opção "Câmera lenta", permite que o movimento fique dez vezes mais lento.

Na região amarela da figura é possível observar três relógios digitais os quais mostram o tempo decorrido desde o início do movimento, onde o **verde** irá parar quando o carro "passar" no marcador verde e o **vermelho** quando "passar"

no vermelho. As barreiras podem ser ajustadas simplesmente ao ser arrastadas para a esquerda ou direita.

Os três gráficos apresentados indicam o movimento:

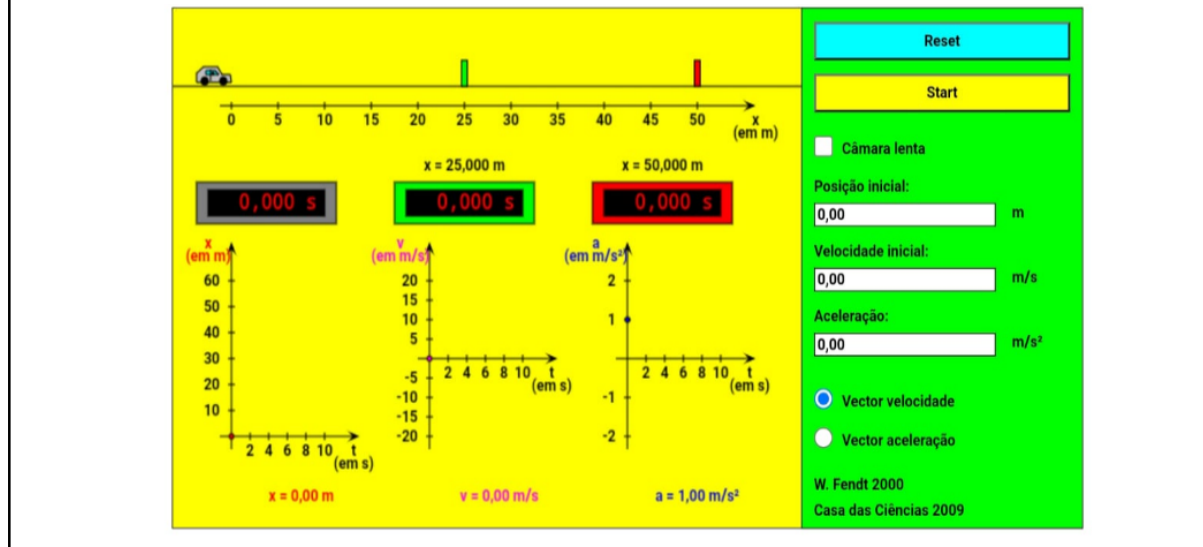
- *Posição (x) versus tempo (t)* $x = f(t)$
- *Velocidade (v) versus tempo (t)* $v = f'(t)$
- *Aceleração (a) versus tempo (t)* $a = f''(t)$

Desenvolvimento:

- I. Insira o valor de 10 m/s para a velocidade e zero para a aceleração. O que se observa? Classifique o movimento.
- II. Posicione o móvel para a posição 10 m, mantendo a velocidade de 10 m/s. O que se observa?
- III. Qual (is) função horária você utilizaria para construir os gráficos da $x.t$, $v.t$ e $a.t$?
- IV. Posicione o móvel para a posição de 50m, alterando a velocidade para - 10 m/s. O que se observa? Classifique o movimento.
- V. Em que situação temos um movimento retilíneo uniformemente variado? Dê exemplos.
- VI. Posicione o móvel na posição inicial 0m, velocidade de 10 m/s e aceleração de 1 m/s^2 . O que se observa? o que mudou para o movimento anterior? Classifique o movimento. Qual (is) função horária você utilizaria para construir os gráficos da $x.t$, $v.t$ e $a.t$?
- VII. Posicione o móvel na posição inicial 10m, velocidade de -10 m/s e aceleração de 1 m/s^2 . O que se observa? o que mudou para o movimento anterior? Classifique o movimento.
- VIII. Posicione o móvel na posição inicial 10m, velocidade de 10 m/s e aceleração de -1 m/s^2 . O que se observa? Classifique o movimento.
- IX. Posicione o móvel na posição inicial 10m, velocidade de -10 m/s e aceleração de -1 m/s^2 . O que se observa? Classifique o movimento.
- X. Teste sua hipótese. Insira valores para x, v e/ ou a. Após clique em start para visualizar os gráficos. Em seguida, em seu caderno, monte uma tabela e construa novamente esses três gráficos. Tire uma foto e insira aqui.
- XI. Comentários/ sugestões.

Figura ilustrativa da interface do simulador

A seguir é apresentada a figura ilustrativa da janela do simulador utilizado.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Ao permitir que os estudantes tenham contato com este tipo de simulador, assim como destacam Oliveira e Castro (2020), é possível estimular o interesse dos mesmos em busca pelo entendimento das informações ali apresentadas. Ou seja, mais do que simplesmente ter em mãos uma ferramenta que permita realizar testes e mostrar um conceito físico, proporcionar a eles uma ferramenta que agrega diferentes informações, e ainda, que permite a interação simplificada, acaba estimulando o interesse por entender como cada parâmetro ali presente acaba por interferir no comportamento do carrinho.

Este tipo de atividade acaba seguindo a mesma linha de raciocínio empregada por Fernandes e Castro (2021), onde, ao despertar o interesse dos educandos através de atividades que os motivem e os intriguem, isso acaba acarretando em um interesse pelo conteúdo que se estende para além da sala de aula. Desta forma, saber instigar a curiosidade acaba sendo tão proveitoso quanto realizar uma atividade diferente, visto que pode fazer com que o educando busque respostas e crie modelos que expliquem ou que permitam ele chegar nos resultados que deseja.

Acredita-se que, através deste simulador, simples, mas que apresenta uma boa variedade de parâmetros (s, v e a) e respostas (visual, gráfica, vetorial), seja possível estabelecer uma ideia de experiência imersiva, como sugerido por Martins e Silva (2022), fazendo com que os estudantes se vejam compenetrados em explorar

os recursos e os resultados dos simuladores, as vezes, até mesmo esquecendo que se trata de uma atividade de ensino.

Do ponto de vista da Física, a utilização deste simulador WF permite que sejam exploradas situações diversas a respeito dos movimentos ali observados. Assim como sugerido no roteiro (Quadro 9), inicia-se mostrando ao estudante toda a ideia de um movimento retilíneo uniforme, permitindo que ele explore todos os aspectos que compõe este movimento, inicialmente (itens I, II e III) com uma velocidade positiva (movimento progressivo), analisando o impacto da posição inicial em todos os três gráficos (posição, velocidade e aceleração) em função do tempo. Em seguida, no item IV do roteiro, já se alterna para um movimento retrógrado, sendo solicitado ao estudante que seja obtida tal conclusão a respeito do novo movimento que ele acabou montando.

Seguindo o raciocínio, no decorrer do roteiro é esperado que os estudantes possam observar todas as quatro variações dos movimentos, (progressivo ou retrógrado) – (acelerado ou retardado), analisando os impactos que cada um deles acaba exercendo sobre os distintos gráficos gerados no transcorrer do tempo. Assim, com todos estes aspectos que permeiam tanto os conceitos físicos, quanto as ideias de aprendizagem, e ainda, amparado pelos relatos que serão apresentados, acredita-se que esta ferramenta pode contribuir de maneira eficaz com as ideias almejadas neste trabalho.

Observou-se durante a prática que os estudantes fizeram a atividade sem conversas ou bagunças, demonstrando habilidade surpreendente ao manipular o simulador em seus dispositivos móveis, como é apresentado na Figura 10; essa proficiência pode ser atribuída à familiaridade deles com os aparelhos, já que os utilizam regularmente em suas atividades cotidianas.

Figura 10 - Educandos resolvendo atividades com o simulador *Walter Fendt*.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Em consonância com Nascimento e Junior (2024) que, em seu trabalho realizou também a construção e aplicação de uma sequência didática construída com enfoque no uso das ferramentas computacionais, pode-se perceber que foi possível proporcionar uma melhora no interesse dos educandos, tornando mais prazerosas as aulas ministradas pelo professor. O uso de ferramentas computacionais inseridas no ensino de Física, melhoraram o aproveitamento na disciplina, tanto na parte conceitual quanto na aplicação destes conceitos em situações diversificadas.

A configuração do trabalho em duplas criou uma dinâmica colaborativa, permitindo que os os envolvidos trocassem ideias e se engajassem mais profundamente na atividade proposta, a qual proporcionou um ambiente direcionado ao aprendizado, combinando a tecnologia e a interação entre os estudantes.

Segundo Fontes e Carginin, (2023), os simuladores são muito úteis, pois, nem sempre é possível realizar aulas práticas experimentais para determinados conteúdos devido a uma série de questões, entre as quais: infraestrutura, equipamentos, falta de tempo ou domínio do professor, entre outros, e os simuladores apresentam essa facilidade, permitindo de uma forma lúdica, testar hipóteses, interagir com a simulação, enquanto se aprende, permitindo trabalhar, conceitos para os quais a experimentação contribui para o processo de ensino-aprendizagem, sempre mediado pelo professor durante todo o processo de utilização.

Além disso, as questões que foram propostas durante a atividade constituem uma maneira eficaz de avaliar o nível de compreensão dos alunos, permitindo que o professore identifique áreas que necessitam de maior ênfase ou esclarecimento. Ao criar um ambiente de aprendizagem interativo e participativo, estas questões também

cultivam o pensamento independente e a capacidade de expressar ideias de forma clara e articulada. Neste caso, destaca-se a ideia de fazer com que o estudante consiga observar, interpretar e aprender com os gráficos, variáveis e equações disponíveis, e então transformar tais representações em um pequeno texto, de forma a responder e explicar as questões que lhe foram apresentadas. Novamente aqui destaca-se a ideia das trocas representacionais sendo utilizadas para comprovar se houve um entendimento verdadeiro por parte dos estudantes.

Assim, ao incorporar estrategicamente questões que permeiam o conteúdo que está sendo apresentado de formas diferenciada, no planejamento das aulas e atividades educacionais, é possível potencializar a eficácia do processo educacional, promovendo um engajamento mais profundo e facilitando a construção ativa do conhecimento pelos estudantes. Esse aspecto pode ser notado quando observada suas atuações em relação às questões que lhes foram propostas. Tomando o comportamento da sala como homogêneo neste quesito, percebe-se que todos os grupos foram capazes de responder às questões com facilidade e presteza, demonstrando motivação durante a atividade. O uso do simulador como ferramenta educacional revelou-se eficaz, uma vez que permitiu que os envolvidos assimilassem o conteúdo com facilidade, especialmente, em áreas complexas, como a interpretação de gráficos e a compreensão das trajetórias dos corpos.

Em uma visão geral, pode-se dizer que a utilização do simulador proporcionou autonomia a toda a turma, permitindo que seguissem o roteiro e testassem suas hipóteses de forma independente. A maioria dos estudantes, quando questionados sobre a metodologia empregada, concordaram que o roteiro desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento das atividades, pois, esta abordagem pedagógica permitiu uma participação ativa, incentivando sua participação e elaboração de questionamentos frente ao que se observava, fazendo com que fosse necessário interpretar as informações e discutir o que poderia ser considerado como certo ou errado em cada situação.

5.1.6 Encontro VI

Nesta etapa, destaca-se a avaliação do grupo B, que ocorreu através da apresentação dos conceitos sobre MRUV. Para esta abordagem, o grupo escolheu

como tema norteador, uma situação presente no esporte, mais especificamente, escolhendo o *skate* para realizar sua explicação. Na Figura 11, é possível observar um dos estudantes realizando a demonstração do uso do *skate* durante a explanação dos conceitos envolvidos neste tipo de movimento.

Figura 11 - Demonstração do MRUV com Skate.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Durante sua apresentação, o grupo acabou pontuando que esse tipo de movimento ocorre quando um objeto se desloca ao longo de uma trajetória linear, experimentando uma aceleração constante em relação a um ponto de referência. A escolha do *skate* enriqueceu a compreensão de conceitos que, por vezes complexos, proporcionando uma abordagem prática e aplicada para os estudantes. Durante sua explicação e demonstração, toda a sala pôde observar a velocidade do objeto variando de maneira uniforme em intervalos de tempo iguais. Tal demonstração, que acaba indicando um valor constante para a aceleração envolvida, foi realizada de forma satisfatória, embora, como eles mesmos puderam destacar, é muito “difícil manter esse tipo de movimento sem usar uma máquina”, fazendo menção ao que se tem no caso de um carro que acelera ou freia de maneira “mais uniforme”.

Retomando o que se apresenta na Figura 11, é possível observar o engajamento do estudante durante sua na apresentação, aplicando os princípios teóricos discutidos anteriormente em sala de aula. O *skate* aqui representado é um elemento de exemplificação proporcionando uma abordagem dinâmica e palpável para a compreensão do movimento, tornando o conceito mais tangível e interessante

para os demais estudantes. Essa demonstração prática não apenas enriqueceu o aprendizado, mas também estimulou a participação e a interação, criando um ambiente educacional mais envolvente e eficaz. Segundo Andrade e Massabni (2011), são benéficas as atividades práticas que requerem do estudante a experiência direta com um material concreto.

Quanto à integração de atividades práticas, esta contribuiu significativamente para consolidar o entendimento dos envolvidos em relação a conceitos físicos mais abstratos, promovendo uma educação mais completa e aplicada. Para poder ter uma melhor visualização destes aspectos, buscando observar a aprendizagem dos estudantes, é que um pós-teste foi pensado, objetivando analisar o ensino aprendizagem, tal questionário foi denominado como avaliação diagnóstica sendo apresentado no Quadro 10. Ao utilizar esta ferramenta espera ser possível compreender o nível de conhecimento adquirido pelos estudantes em relação aos conceitos que foram abordados ao longo das aulas. É importante ressaltar que as questões do pré e do pós-teste foram pensadas e elaboradas de forma que abordassem conceitos muito parecidos, criando um bom parâmetro para comparação.

Quadro 10 – Segunda avaliação diagnóstica (pós-teste).

QUESTÕES

1) Uma partícula descreve um movimento retilíneo e uniforme. A função horária dos espaços no Sistema Internacional de unidades (S.I.) é: $s(t) = -2,0 + 5,0.t$. Nesse caso, podemos afirmar que a velocidade escalar da partícula é:

- a) -2 m/s e o movimento é retrógrado.
- b) -2 m/s e o movimento é progressivo
- c) 5,0 m/s e o movimento é progressivo
- d) 5,0 m/s e o movimento é retrógrado
- e) -2,5m/s e o movimento é retrógrado

2) Alonso decidiu passear pelas cidades próximas da região onde mora. Para conhecer os locais, ele gastou 2 horas percorrendo uma distância de 120 km. Que velocidade Alonso desenvolveu ao longo do seu passeio?

- a) 70 km/h
- b) 80 km/h
- c) 60 km/h
- d) 90 km/h

3) O movimento uniforme de um corpo é descrito pela seguinte função horária:
 $S = 20 + 3t$. O tempo está em segundos e a posição está em metros. Determine:

- a) A velocidade do corpo.
- b) A posição inicial do movimento deste corpo.
- c) A posição deste corpo no instante de tempo 5s
- d) O instante de tempo em que o móvel passará pela posição 50m.

4) Um veículo parte do repouso e adquire aceleração de 2 m/s^2 . Calcule a sua velocidade no instante $t = 5\text{s}$.

R - _____

5) Um automóvel em movimento retilíneo adquire velocidade que obedece à função $v(t) = 15 - 2t$ (no S.I.). Determine:

- a) a velocidade inicial;
- b) a aceleração;
- c) a velocidade no instante 4s.

6) Calcule a aceleração média de um carro, sabendo que sua velocidade varia de 2 m/s para 10 m/s em 2 s.

R - _____

7) Um carro de fórmula 1 encontra-se a uma velocidade de 280 km/h, quando ao avistar uma curva, reduz a velocidade para 80 km/h. Essa diminuição de velocidade ocorre em 4 segundos. Qual a desaceleração do carro nesse intervalo de tempo?

R - _____

8) Se um aluno pede para o professor para ir à secretaria, a distância da sala até a secretaria é de 28 metros e ele gasta 14 segundos para chegar lá. Qual será a sua velocidade?

- a) 5 m/s;
- b) 12 m/s
- c) 2 m/s
- d) 6m/s

9) Uma pedagoga sai da sua sala, vai até uma sala de aula, distante 30 metros, falar com o professor e depois volta para sala dela. Qual foi o deslocamento da pedagoga?

- a) 60 metros b) 120 metros c) 0 metros d) 30 metros

10) A velocidade média de uma pessoa andando é de 1 m/s, se ela anda durante 70 segundos qual será a distância percorrida?

- a) 10m b) 70m c) 7m d) 140m e) 120m

Respostas: 1) d; 2) c; 3) a) **3 m/s** ; b) **20 m**; c) **35 m**; d) **10 s**; 4) **10 m/s**;
5) a) **15 m/s**; b) **2 m/s²**; c) **7 m/s**; 6) **4 m/s²**; 7) **50 m/s²**; 8) c; 9) c; 10) b.

Fonte: Questões adaptadas de Ramalho, Ferraro e Toledo (2007).

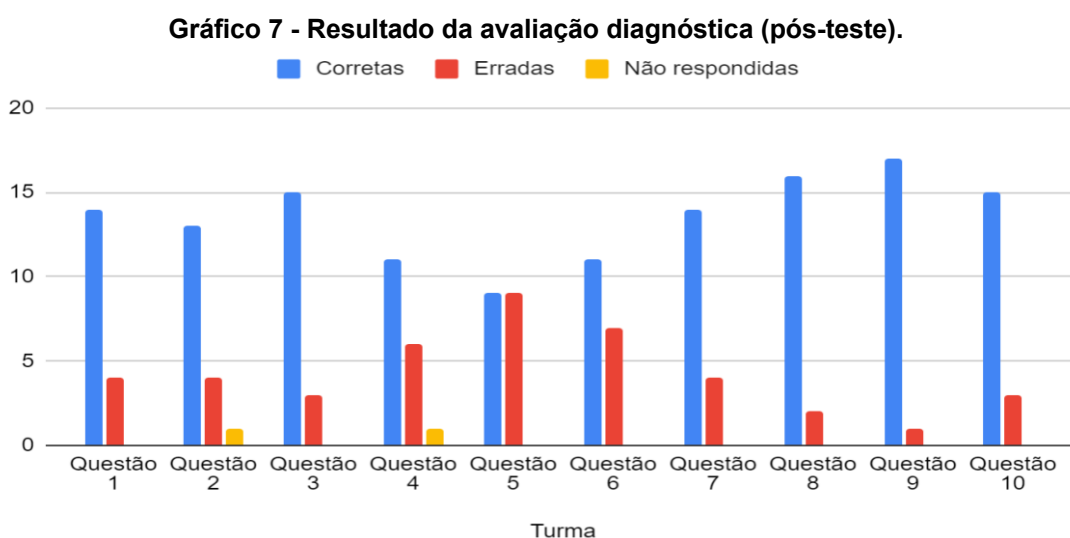
Através da análise do questionário espera-se ter uma visão mais clara sobre como foi o aproveitamento por parte dos estudantes, destacando os pontos que podem necessitar maior atenção ao dar continuidade ao processo de ensino, ou mesmo em sua conclusão. Como colocam Batista e Gomes (2021), a avaliação não serve somente para o que aprende, mas também para o que ensina. Ou seja, espera-se que o docente possa analisar todos os pontos positivos e negativos do processo de ensino e aprendizagem, de forma que ele melhore suas tratativas e possa dar maior atenção a lacunas no aprendizado que podem ser consideradas mais críticas, e que necessitam de uma nova intervenção.

Desta maneira, a aplicação do questionário e suas posteriores discussões, possibilitou uma análise individual do desempenho de cada estudante, bem como observar a possível eficácia da implementação do produto educacional nesta turma. Avaliando qualitativamente, considerando o envolvimento, engajamento e *feedback* recebido durante a execução das atividades planejadas na sequência didática proposta, toda a proposta impactou positivamente no interesse dos estudantes, sendo este um ponto a ser destacado, visto que é essencial despertar o interesse para que o estudante possa desejar aprender algo sobre o assunto.

Para realizar a comparação e tentar analisar se houve uma melhora na compreensão dos estudantes sobre o tema, comparam-se os resultados do pré-teste, e do pós-teste, tentando analisar a quantidade de respostas corretas, erradas e ainda, avaliar os pontos onde os estudantes podem ainda ter dificuldades, com a possibilidade de não responder alguma questão. Novamente, foi solicitado que os estudantes realizassem as atividades com total honestidade, principalmente no caso de acharem que não sabem a resposta ou como proceder em dada questão.

Dessa forma, os resultados dos testes sugerem que a abordagem expositiva e dialogada, aliada ao uso das tecnologias e dos experimentos foi eficaz para melhorar a compreensão dos alunos sobre os conceitos de MRU e MRUV, tendo como reflexo desta colocação, a melhora no desempenho dos estudantes quando comparados os formulários de avaliação aplicados. Toda a proposta de ensino com esta abordagem diferenciada alinha-se às ideias de Ausubel (1982), as quais sugerem que a interação ativa dos estudantes durante o processo de aprendizagem pode levar a uma maior assimilação e internalização dos conceitos.

Assim sendo, a análise diagnóstica das questões do pós-teste é apresentada no Gráfico 7, da mesma maneira ao que foi feito no caso do pré-teste (Gráfico 6).



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

A análise destes resultados oferece percepções valiosas sobre o progresso e a assimilação de conhecimento ao longo do período de estudo. Além do perceptível aumento do percentual de acertos geral, quando comparado ao pré-teste, notou-se ainda que poucos foram os casos onde os estudantes apresentavam alguma insegurança ao tentar responder as questões, fazendo-os acreditar que na ampla maioria das vezes, eles possuíam o conhecimento necessário para lidar com as questões propostas. Através de uma análise geral, pautada nos números, pode-se afirmar que houve uma melhora por parte dos estudantes no que se refere ao conhecimento sobre os assuntos estudados ao longo da aplicação desta SD.

Nas questões onde observa-se um melhor desempenho, sendo elas as Questões 3, 8 e 9 destacam-se os grandes percentuais de acertos, 83%, 88% e 94%,

respectivamente, indicando uma compreensão aprimorada desses temas específicos. Por outro lado, as questões 4, 5 e 6 apresentam percentuais de acertos mais baixos, sendo 61%, 50% e 61%, respectivamente. Embora o desempenho global seja positivo, essas áreas podem necessitar de uma revisão mais detalhada para garantir uma compreensão completa, tentando entender quais fatores levaram os estudantes a terem dificuldade quando tratados estes pontos em especial.

Observa-se uma consistência notável nas respostas, com poucas ou nenhuma questão não respondidas. Isso sugere um engajamento ativo dos alunos durante o pós-teste, evidenciando um interesse contínuo no aprendizado. Estratégias de ensino podem ser adaptadas para reforçar ainda mais os pontos em que os alunos apresentaram bom desempenho, garantindo que estes possam se preparar ainda melhor para questões e problemas mais desafiadores.

Ao longo da aula foram analisadas tanto as respostas dadas pelos estudantes, quanto as perguntas tanto do pós-teste, como também dos questionamentos dos estudantes, possibilitando que suas dúvidas, acertos e erros pudessem ser explicados com base nos princípios apresentados nos livros didáticos. Fornecer este *feedback* aos envolvidos, e não só ter o *feedback* da atividade como um todo, é importante, uma vez que destaca o progresso alcançado por parte da turma, servindo ainda como uma forma para reconhecer os esforços dedicados ao longo das atividades. Esse *feedback* positivo pode motivar ainda mais a turma como um todo se envolver no processo de aprendizado, tendo vista o que se busca desde o início, dar motivação aos estudantes.

Ao considerar esses resultados, os educadores têm a oportunidade de continuar adaptando o planejamento de ensino, proporcionando uma compreensão cada vez mais robusta dos princípios do MRU e MRUV. O progresso é indicativo do comprometimento dos estudantes e da eficácia das abordagens educacionais adotadas.

Comparando os gráficos de desempenho dos alunos no pré-teste e no pós-teste, é possível destacar alguns pontos importantes sobre a evolução do conhecimento dos estudantes ao longo do período de estudo. Como já mencionado anteriormente, o percentual de acertos da turma aumentou consideravelmente após a aplicação da SD. Isso indica um progresso notável no entendimento coletivo dos conceitos que foram trabalhados.

É possível observar um aumento significativo no percentual de acertos quando comparadas as quantidades de acertos do pré (105) e do pós-teste (135), ficando

próximo de 30% de aumento, sugerindo que os envolvidos nesta pesquisa conseguiram assimilar e aplicar melhor os conceitos discutidos durante o período.

Em relação às questões não respondidas, nota-se que houve mudanças significativas nas quantidades, quando comparados os dois testes, passando de 5 questões não respondidas para 2. Embora a diferença entre os dois casos não seja tão expressiva, visto se tratar de um número bem pequeno, pode ser interpretado da mesma maneira como a melhora nos acertos, isto é, refletindo o engajamento e a autoconfiança dos estudantes a respeito do tema.

Em resumo, a comparação entre os gráficos reflete um progresso positivo no conhecimento dos estudantes em relação aos conteúdos de MRU e MRUV. A análise detalhada desses resultados fornece *insights* valiosos para ajustes contínuos nas estratégias de ensino, visando à otimização da compreensão dos estudantes sobre esses conceitos fundamentais da Física.

Em função do conteúdo programático anual e da pequena carga horária da disciplina, outras atividades não puderam ser aplicadas, mas, encontram-se como forma de sugestão, no Apêndice B, o qual servirá para o professor selecionar as atividades que deseja aplicar quando for desenvolver o conteúdo com sua turma.

Uma última análise que deve ser destacada diz respeito não só ao progresso observado em relação à análise numérica de tudo que foi feito, mas no engajamento dos estudantes ao longo das atividades, permitindo que estes fizessem uso das múltiplas representações para tratar várias situações, sendo um ponto extra que pode ser levado em conta para avaliar a aprendizagem e domínio de certos temas por parte dos estudantes, bem como defendem os autores Laburú, Barros e da Silva (2011).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa designou-se pela aplicação de uma sequência didática (SD) na qual procurou-se desenvolver, implementar e avaliar uma abordagem que envolve experimentações e simuladores no contexto da Cinemática. Tal abordagem objetivou-se a criar condições que integrassem teoria e prática, buscando facilitar uma aprendizagem significativa, conforme proposto por Ausubel (2000).

Evidentemente que seu uso como método de ensino vai além de simplesmente motivar os estudantes ou proporcionar uma aula diferente. A simulação é uma atividade que deve ser encarada como algo que desafia o aprendiz, permitindo que ele pense e reflita sobre o problema em questão. Nessa perspectiva, o objetivo em aplicar esta sequência é analisar a importância que carregam as experimentações e simulações, sendo que estas não apenas podem motivar os estudantes, como também podem ajudá-los a compreender o conteúdo.

As atividades práticas permitem aos envolvidos entender conceitos que poderiam levar mais tempo para serem aprendidos apenas teoricamente. Dessa forma, as simulações no processo de ensino-aprendizagem ganham maior validade, permitindo aos participantes aplicar e testar os conhecimentos teóricos adquiridos na escola, onde é de uma grande relevância de o professor considerar o conhecimento prévio e a motivação que provoca engajamento por parte da turma.

Ao analisar o questionário inicial da SD, observou-se que os estudantes expressaram algumas concepções espontâneas, como a ideia de que é necessária aceleração no movimento e que ela ocorre na mesma direção do movimento. Nesse contexto, é relevante destacar que consideramos o produto gerado e as análises das suas (re)representações, ou suas trocas representacionais como recursos com um potencial significativo para corrigir essas concepções errôneas. Demonstrar domínio ao realizar as trocas representacionais é fundamental para que os estudantes possam mostrar que se apropriaram de determinado conhecimento, seja ele na área de Física, ou mesmo da Matemática, como sugerem os estudos precursores desta teoria, publicados por Janvier (1987) e então aprimorados por Duval (2006).

O planejamento das aulas resultou em uma sequência didática que incorporou as tecnologias de comunicação e informação, algo cada vez mais presente no discurso educacional. A combinação dos recursos tecnológicos com a metodologia empregada pode se tornar um recurso valioso para facilitar o processo de

aprendizagem. Observa-se que o uso das análises dos vídeos nos experimentos com simuladores como o *Tracker*, proporcionou aos estudantes a visualização das características dos fenômenos físicos, oferecendo uma abordagem diferenciada em relação ao método tradicional, fundamentado essencialmente na aplicação de fórmulas e resolução de exercícios descontextualizados. Neste trabalho escolheu-se trabalhar com as ferramentas digitais, *Google Maps*, *Tracker* e *Walter Fendt*, buscando contribuir de forma diferenciada para a apresentação, tratativa e exploração dos conceitos de MRU e MRUV. Estas ferramentas pedagógicas contribuem de forma importante para os professores, impactando positivamente na compreensão dos conteúdos pelos estudantes.

Percebeu-se que no início das atividades, alguns estudantes enfrentaram desafios, como dificuldades para operar os simuladores e *softwares* onde eram realizadas as simulações e o tratamento dos dados dos vídeos gravados por eles. Eles ainda apresentavam certa dificuldade para interpretar os dados e compreender as perguntas que constavam nos documentos que deveriam usar para guiá-los durante as atividades. Embora ao longo das atividades os estudantes tenham aprendido a utilizar os simuladores e interpretar devidamente os dados que eram apresentados neles, este processo acabou sendo um pouco demorado, levando tempo até que se habituassem e dominassem o que tinham em mãos.

Uma premissa apresentada na teoria da Aprendizagem Significativa é a predisposição para aprender, e essa disposição foi evidenciada durante as aulas. A dinâmica nesse aspecto foi notável, como se observou nas respostas dos estudantes e em sua participação ativa, enquanto tentavam fazer inferências durante a manipulação e análise dos resultados gerados pelo *Tracker*, nas análises dos vídeos que foram gravados dos experimentos.

O entusiasmo dos estudantes ao responder às perguntas presentes na sequência didática e ao interagir com seus colegas e o professor foi perceptível. Essa interação dá parâmetros para acreditar que se estabeleceram conexões entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio em suas estruturas cognitivas. Infelizmente, para que seja possível afirmar que a Aprendizagem Significativa ocorreu, é necessário realizar um estudo mais aprofundado, por exemplo, com a aplicação de outras avaliações, em meses posteriores, de forma a mostrar que o conhecimento tenha se consolidado, efetivamente, em sua estrutura cognitiva. Contudo, o que se pode apontar aqui é que há indícios, visto tanto a melhora nos desempenhos das

avaliações, como também na capacidade dos estudantes em trocarem as representações utilizadas para abordar um mesmo conceito, mostrando que há um certo domínio por parte deles.

Finalmente, foi possível constatar que a abordagem pedagógica adotada e as ferramentas utilizadas foram, ao que tudo indica, eficazes para a compreensão dos conceitos de Cinemática. Através delas foi possível proporcionar aulas que despertam interesse e criam engajamento por parte dos estudantes, ainda mais quando eles passam a compreender que a Física está em todo lugar, basta que eles observem com atenção.

REFERÊNCIAS

- AULER, I. C. P.; SANTOS, G. F.; CERICATTO, S. K. O papel do professor e os desafios no contexto da cibercultura. **Revista Científica Internacional InterSciencePlace**, v. 11, n. 4, 2017.
- ABRUCIO, F. L. **Formação de Professores no Brasil: Diagnóstico, agenda de políticas e estratégias para a mudança**. São Paulo: Moderna, 2016. Disponível em: <<https://www.calameo.com/read/002899327de04ba7d385c>>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- ALMEIDA, J.; SANTOS, R. Ensino de Vetores: Estratégias Visuais e Contextualizadas. **Revista Brasileira de Educação Matemática**, v. 12, n. 3, p. 215-229, 2021.
- ALMEIDA, J.; SILVA, R.; SANTOS, P. Competências Computacionais no Ensino de Física: Uso de TDICs para o Ensino de Movimento Retilíneo. **Revista Brasileira de Educação em Ciências**, v. 8, n. 3, p. 210-225, 2021.
- ANA, W. P. S.; LEMOS, G. C. Metodologia Científica: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 12, 2018.
- ANDRADE, M. L. F. D.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & educação**, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.
- ANDRADE, M. E. de; VIVEIRO, A. A.; VIEGAS D'ABREU, J. V. Simulações Computacionais no Ensino de Física: um Estado da Arte em teses e dissertações de 1973 a 2021. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, p. e024003, 2024. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/1544>>. Acesso em: 24 dez. 2024.
- ARAÚJO, M. S. B. Inovação no ensino de Física: uso de metodologias ativas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 15-27, 2017.
- ARAÚJO, M. S. T. D.; ABIB, M. L. V. D. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 25, p. 176-194, 2003.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E.A.; MOREIRA, M. A. Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, p. 179-184, 2004.
- AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton. 1963.

_____. **A aprendizagem significativa.** São Paulo: Moraes, 1982.

_____. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional.** Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BAPTISTA, M. L. M. **Concepções e implementação de atividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino médio.** 2010. Tese (Doutorado) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10451/1854>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BATISTA, M. C.; GOMES, E. C. Diário de campo, gravação em áudio e vídeo e mapas mentais e conceituais. In: MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O.; BATISTA, M. C. (org.). **Metodologia da Pesquisa em Educação e Ensino de Ciências.** Maringá: Massoni. p. 288- 300, 2021.

BATISTA, F. M.; SCHUHMACHER, E. O uso de objetos de aprendizagem para o ensino de física: uma proposta baseada na aprendizagem significativa para o ensino de oscilação. **Anais da VII EIEMAT e I EIEF**, v. 5, n. 1-2, p.103-111, 2021.

Disponível em: <

https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/534/2021/12/Anais_cc_Ensino-de-Fisica.pdf>.

Acesso em 20 fev. 2025.

BECKER, F. O uso do laboratório no ensino de Física: teoria e prática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 205-215, 2015.

BORGES, P. B. P.; GOI, M. E. J. Revisão de literatura sobre formação de professores de Ciências da Natureza. **Revista Eletrônica da Fainor**, v. 11, n. 3, 2018.

CARVALHO, R. E. R. Barreiras para a aprendizagem. In: **Salto para o futuro: educação especial: tendências atuais / Secretaria de Educação a Distância.** Brasília: Ministério da Educação, SEED, 1999.

CHASSOT, A. I. **A Ciência através dos tempos.** São Paulo: Moderna. 2010.

CORDEIRO, A. L.; RODRIGUES, F. L. de O. O software tracker: uma ferramenta educacional para potencializar o ensino de física. **Essentia-Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, v. 20, n. 2, 2019.

CORREIA, C. N.; DA SILVA, G. F. C. O uso do Google Maps na sala de aula. **Anais do 14º Encontro Nacional de Prática de Ensino de Geografia: políticas, linguagens e trajetórias**, p. 2577-2588, 2019.

COSTA, A. M. V. **A interpretação de gráficos de movimento.** 2010. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2010. Disponível em:

<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8CKML3/1/a_interp.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

COSTA, H. R.; PEREIRA, J. M. TDICs e o Engajamento dos Alunos no Estudo de Movimento Retilíneo: Uma Análise Crítica. **Revista de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 50-68, 2021.

CUNHA, C. A. F. **As novas tecnologias no ensino/aprendizagem da história: uso do Google maps e Geocaching por alunos do 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico**. 2017. Dissertação (Mestrado). Universidade do Minho (Portugal). 2017. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1822/45203>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

DALLACOSTA, A. Possibilidades educacionais do uso de vídeos anotados no YouTube. **Anais do Congresso da associação brasileira de educação à distância**, 2004, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2010/cd/252010190924.pdf>> . Acesso em: 2 jan. 2025.

DANTAS, C. A. A. **Uma proposta para o ensino do movimento retilíneo uniforme utilizando fotoanálise e videoanálise**. 2022. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Escola de Ciências e Tecnologia, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Natal, RN, 2022.

DUVAL, R. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 61, p.103-13, 2006.

FALCÃO, E. D. L.; MACHADO, L. S. Um laboratório virtual tridimensional e interativo para suporte ao ensino de Física. In: **Anais do XVI Workshop de Informática na Escola. SBC**, p. 1285-1293, 2010.

FERNANDES, P. D. A. A. **Desafios pedagógicos, tecnológicos e informacionais da aprendizagem ubíqua: uma revisão integrativa**. 2022.

FERNANDES, J. C.; CASTRO, L. A. Sala de Aula Invertida e o Ensino de Física: Integrando TDICs para o Aprendizado do MRU e MRUV. **Ensino e Práticas Pedagógicas**, v. 6, n. 1, p. 70-85, 2021.

FERREIRA, A. **Uso de jogos e materiais manipuláveis no ensino de física**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Escola de Educação do Centro Universitário Internacional Uninter, Curitiba, PR, 2021. Disponível em: < <https://repositorio.uninter.com/handle/1/1183>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

FONTES, A. S.; CARGNIN, C. Possibilidades para o ensino de conceitos de Física I no ensino presencial e híbrido. **Caderno de física da UEFS**. v. 21, n. 1, p. 1501.1-18, 2023.

FREDERICO, F. T.; GIANOTTO, D. E. P. Utilização de softwares no ensino de física e matemática: desafios e reflexões. **Diálogos & Saberes**, Mandaguari, v. 9, n.1, p. 39-59, 2013.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. 30. ed., Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

FREITAS, M. T.; CUNHA, A. B. Experiências Virtuais no Ensino Médio: Estudo de Caso sobre Movimento Retilíneo com TDICs. **Revista de Educação Científica**, v. 19, n. 1, p. 35-52, 2023.

GANZELI, P. O processo de planejamento participativo da unidade escolar. Araraquara/SP. **Revista on-line de Política e Gestão Educacional**. Araraquara, n. 1, p. 26-41, 2001. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/rpge/article/view/9129>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

GARIGLIO, J. A.; BURNIER, S. Saberes da docência na educação profissional e tecnológica: um estudo sobre o olhar dos professores. **Educação em Revista**, v. 28, n. 1, p. 211-236, 2017.

GASPAR, A. O uso de analogias no ensino de Física. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 215-229, 2016.

GIANCOLI, D. **Física para ciências e ingeniería**. Naucalpan de Juárez: Pearson Education de México, 2008.

GOMES, P.; FERREIRA, M. Derivadas no Ensino Médio: Uma Introdução Contextualizada e Experimental. **Journal of Mathematics Education**, v. 10, n. 4, p. 287-298, 2022.

GOMES, A.; SANTOS, L. Ensino de Física com TDICs: Colaboração e Experimentação Virtual no Movimento Retilíneo. **Journal of Science Education**, v. 9, n. 2, p. 137-148, 2022.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física. vol. 1. Mecânica**. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

HARTMANN, A. C.; MARONN, T. G.; SANTOS, E. G. A importância da aula expositiva dialogada no Ensino de Ciências e Biologia. **Anais do II Encontro de Debates sobre Trabalho, Educação e Currículo Integrado**, v. 1, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/enteci/article/view/11554/10244>>. Acesso em 20 fev. 2025.

JANVIER, C. Translation process in mathematics education. In: JANVIER, C. (Ed.), **Problems of representation in the teaching and learning of mathematics**, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, p. 27-32, 1987.

JÚNIOR, J. C. M. **O ensino dos circuitos elétricos na educação básica em uma abordagem investigativa usando de analogias**. (2020). Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós- Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física Viçosa, 93 f., 2020. Disponível em: <<https://posensinofisica.ufv.br/wp-content/uploads/2021/08/O-ensino-dos-circuitos-eletricos-na-educacao-basica-em-uma-abordagem-investigativa-usando-analogias.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 12. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 2013.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas Representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 469–487. 2011.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. ndrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LIBÂNEO, J. C. Políticas educacionais no Brasil: desfiguramento da escola e do conhecimento escolar. **Cadernos De Pesquisa**, v. 46, n. 159, p. 38–62, 2016.

LIMA, T.; NASCIMENTO, F.; OLIVEIRA, H. Desafios no Uso de Tecnologias Digitais em Escolas Públicas: Um Estudo de Caso. **Revista de Educação e Tecnologia**, v. 15, n. 1, p. 90-104, 2021

LIMA, R. C.; ROCHA, V. N. Impacto das TDICs na Aprendizagem de Física: Foco no Ensino Médio e em MRU e MRUV. **Ensino e Aprendizagem em Ciências**, v. 23, n. 3, p. 75-92, 2022.

LUCKESI, C. Ludicidade e formação do educador. **Revista entreideias**, v. 3, n. 2, p. 13-23, 2014.

MACHADO, E. D. C.; SÁ FILHO, C. S. O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem. **SEMINÁRIO NACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**, 2003. Disponível em: <<https://www.abed.org.br/hotsite/seminario2003/texto11.html>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MARTINS, L.; SILVA, R.; ANDRADE, C. Aplicação dos Vetores em Situações Reais: Ensino Interdisciplinar e Motivação dos Estudantes. **Revista de Educação e Ciências Exatas**, v. 8, n. 2, p. 115-123, 2023.

MARTINS, M. M.; RECCHI, A. M. S.; DUGATO, D. A.; LEDUR, C. M. Tracker- software de análise de vídeos e imagens para o ensino de física e ciências. **VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL)**. Maio. p. X, 2013. Disponível em: <https://san.uri.br/sites/anais/erebio2013/comunicacao/13551_153_Ana_Maria_Spohr_Recchi.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2024.

MARTINS, A. L. da C. F. A Formação Continuada do Professor nas TICs. **Revista Psicologia & Saberes**, v. 9, n. 16, p. 118-135, 2020.

MARTINS, L.; RODRIGUES, C. Explorando o Movimento Uniforme com Simuladores: Uma Proposta de Aprendizagem Ativa. **Physics Education Today**, v. 11, n. 3, p. 58-72, 2022.

MARTINS, L.; SILVA, M. Capacitação Docente e a Aplicação de TDICs no Ensino de Física no Ensino Médio. **Revista de Ensino e Inovação Pedagógica**, v. 7, n. 1, p. 88-100, 2022.

MENDES, G. H. G. I.; BATISTA, I. L. Matematização e ensino de Física: uma discussão de noções docentes. **Ciênc. Educ.**, v. 22, n. 3, p. 757-771, 2016.

MENDES, T. L.; ROCHA, E. C. Impacto das TDICs na Aprendizagem de Conceitos de Física: Foco em MRU e MRUV. **Ciência e Educação**, v. 24, n. 2, p. 99-115, 2022.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora. 2006.

MOREIRA, M. A. Linguagem e aprendizagem significativa. **Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa**, Maragogi, AL, Brasil. 2003. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/linguagem.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2015.

_____. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS **Aprendizagem Significativa em Revista**. v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

_____. **The relevance of physics knowledge for citizenship and the incoherence of physics teaching**. In: LEITE, L.; DOURADO, L.; AFONSO, A. S.; MORGADO, S. Contextualizing teaching to improve learning. New York: Nova Science Publishers, 2017.

_____. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018.

_____. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, 43, e20200451. 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfcRNFCxHqLy/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista ensaio**. v. 9, n. 1, 2007.

NASCIMENTO, T. L. **Repensando o ensino da física no ensino médio**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará (UECE), 2010. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3376>>. Acesso em: 13 mai. 2024.

NASCIMENTO, L. R.; JUNIOR, A. G. C. O uso de ferramentas computacionais aplicadas ao ensino do Movimento Retilíneo e Uniforme, baseadas na Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud. **Revista Ensino em Debate**, v. 2, p. e2024036-e2024036, 2024. Disponível em:

<<https://revistarede.ifce.edu.br/ojs/index.php/rede/article/view/57>> . Acesso em: 25 fev. 2025.

NERLING, M. A. M.; DARROZ, L. M. Tecnologias e aprendizagem significativa. **Cenas Educacionais**, v. 4, p. e10956-e10956, 2021. Disponível em: <<https://revistas.uneb.br/index.php/cenaseducacionais/article/view/10956>> . Acesso em: 20 fev. 2025.

NEU, S. F. Ensino de história no ensino médio com o uso do Google Maps e Google Earth: Uma Aprendizagem Possível? **Revista de Educação Dom Alberto**, v. 1, n. 6, 2014.

NEVES, M. C. D.; da SILVA, J. A. P. Leonardo da Vinci descobriu a variação da velocidade no tempo, mas não o valor aproximado da aceleração da gravidade: contestando Gharib, Roh & Noca. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 18, n. 4, p. 358-367, 2023.

NÓVOA, A. (Coord.). **Os professores e sua formação**. Lisboa-Portugal: Dom Quixote, 2002.

NUNES, A. S.; ARAÚJO, F. R. O Uso de Tecnologias Digitais no Ensino de Física: Aplicações para o Movimento Retilíneo. **Revista Brasileira de Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 145-160, 2020.

NUSSBAUM, M.; ZURITA, G.; RODRÍGUEZ, P. Aprendizagem colaborativa apoiada por computador em salas de aula: Uma revisão de pesquisa. **Computadores e Educação**, v. 50, n. 2, p. 446-453, 2018.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 1**. São Paulo: Editora Bulcher, 2002.

OLIVEIRA, F.; CASTRO, H. Uso de Representações Gráficas e Softwares para o Ensino de Vetores. **Revista de Tecnologia Educacional**, v. 6, n. 2, p. 130-142, 2019.

OLIVEIRA, F.; CASTRO, G. Interatividade e Visualização no Ensino de MRU e MRUV com Aplicativos de Simulação. **Revista de Educação Científica**, v. 6, n. 2, p. 115-129, 2020.

OLIVEIRA, R. S.; MENDES, J. P.; COSTA, A. L. Desafios na Formação Docente para o Uso Eficaz das TDICs no Ensino de Física. **Revista de Formação de Professores**, v. 22, n. 4, p. 123-138, 2023.

PACHECO, J. A.; FLORES, M. A. **Formação e avaliação de professores**. Porto: Ed. do Porto, 2018.

PALANDI, J.; FIGUEIREDO, D. B.; DENARDIN, J. C.; MAGNAGO, P. R. **Cinâmica e Dinâmica**. Universidade Federal de Santa Maria–Departamento de Física. Santa Maria, RS, 2010. Disponível em: <<https://ensinofisica.com/arquivos/cinedin.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

PARISOTO, M. F.; DE OLIVEIRA, M. H. A.; FISCHER, R. Aprendizagem por projetos: relação dialética entre teoria e prática na formação de professores. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 190-208, 2016.

PARREIRA, J. E. Um curso de Mecânica com o uso do programa de vídeo-análise Tracker. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 980-1003, 2018.

PEDROZA, R. L. S. Aprendizagem e subjetividade: uma construção a partir do brincar. **Revista do Departamento de Psicologia - UFF**, v. 17, n. 2, p. 61-76. 2005.

PEDUZI, S. S. Concepções alternativas em Mecânica. In: PIETROCOLA, M. (Org.), **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora** (p.53-75) Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIAGET, J. **Uma epistemologia genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1975.

PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002.

POPPER, K. **Conjecturas e Refutações**. Brasília: Editora UnB, 2015.

PRENSKY, M. Digital Natives Digital Immigrants. In: PRENSKY, M. **On the Horizon**. NCB University Press, v. 9, n. 5. 2001.

RAMALHO, F.; FERRARO, N. G.; TOLEDO, P. A. T. **Os Fundamentos da Física Volumes 1 e 2**, 9. ed., Edição rev. e ampl. - São Paulo: Editora Moderna, 2007.

RIBEIRO, L. F.; SILVA, C. M. Simuladores e Softwares no Ensino de Movimento Retilíneo: Possibilidades e Desafios. **Revista de Tecnologia e Educação**, v. 9, n. 3, p. 200-215, 2021.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. C. (Coord), **Ensino de Física** (p.29-78). São Paulo, ed. cengage Learning, 2010.

RIOS, M.; BRANCO, L. S. A.; HABOWSKI, A. C. Diretrizes e formação de professores: Interlocuções com as tecnologias. In: HABOWSKI, A. C.; CONTE, E. **A Tecnologia na Educação: (re) pensando seus sentidos tecnopoéticos**. São Paulo: Pimenta Cultural, p. 159- 182, 2019.

RODRIGUES, A.; LIMA, J.; MENDES, T. Ferramentas Digitais para o Ensino de Cálculo e Vetores no Ensino Médio. **Journal of Educational Technology**, v. 7, n. 1, p. 55-67, 2023.

SANTOS, T. W.; de SÁ, R. A. O olhar complexo sobre a formação continuada de professores para a utilização pedagógica das tecnologias e mídias digitais. **Educar**

Em Revista, v. 37, e72722. 2021. Disponível em: <
<https://www.scielo.br/j/er/a/MyDRrjQnCgmcQ8wChz3PKsR/>>. Acesso em: 20 fev.
2025.

SANTOS, C. M.; KROEFF, R. F. S. A contribuição do feedback no processo de avaliação formativa. **EDUCA-Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 5, n. 11, p. 20-39, 2018.

SILVA, O. H. M. Semântica acerca do conceito de calor em livros de graduações: reflexões às adversidades instrucionais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 29, n. 2, p. 498-514, 2024.

SILVA, F. R. A. da; CAMPOS, A. T.; SOUZA, A. C. R. de; LEAL, D. A.; AZEVEDO, R. O. M. Os Saberes Docentes para a formação de professores da Educação Profissional e Tecnológica. **Educitec**, v. 1, n. 1, p. 01-09, 2015.

SILVA, C.; COSTA, D. Dificuldades e Soluções no Ensino de Derivadas e Vetores. **Matemática e Ensino**, v. 15, n. 1, p. 48-60, 2023.

SILVA, L.; SANTOS, F.; PEREIRA, G. Introdução ao Conceito de Derivada no Ensino Médio. **Journal of High School Mathematics**, v. 14, n. 3, p. 190-205, 2020.

SILVA, P. R.; ALMEIDA, T. M.; FONSECA, L. G. Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e o Ensino de Física: uma revisão sobre o Movimento Retilíneo. **Revista Brasileira de Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 45-59, 2022.

SILVA, D. C.; SANTOS, R. A. D. Física na educação básica: a (re)utilização de objetos de aprendizagem no processo de construção de conhecimentos. **Anais da XII Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica**. 18 a 21 de out. Universidade Federal da Fronteira Sul. 2022. Disponível em: <
<https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/JORNADA/issue/view/135>>. Acesso em
12 dez. 2024.

SILVA, R.; COSTA, D. Ambientes Virtuais de Aprendizagem e Ensino de Física: Impactos no Engajamento e Aprendizado dos Alunos. **Journal of Digital Education**, v. 14, n. 2, p. 77-92, 2023.

SILVA, J. L. PB.; MORADILLO, E. F. D. Avaliação, ensino e aprendizagem de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 4, p. 28-39, 2002.

SILVA, R. J. M.; SOUZA, M. P. P.; LIMA, D. O. B. Desatenção do aluno ou desestímulo docente? A visão do gestor sobre o rendimento escolar. **Revista Educação Pública**, v. 21, n. 2, 2021.

SOUSA, T. V.; LIMA, R. A. Metodologias Ativas e TDICs no Ensino Médio: Uma Proposta para MRU e MRUV. **Caderno de Práticas Educativas**, v. 15, n. 1, p. 80-95. 2022.

SOUZA, V. A.; CARDOSO, F. R. A Utilização de Simuladores no Ensino de Movimento Retilíneo: Uma Proposta para o Ensino Médio. **Educação e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 101-115, 2021.

STEVIN, S. **De Beghinselen des Waterwichts**. Netherlands Leiden: Leyden, 1586.

VAILLANT, D. Trabajo colaborativo y nuevos escenarios para el desarrollo profesional docente. **Docência**, n. 60, p. 6-13, 2016. Disponível em: <<https://ie.ort.edu.uy/innovaportal/file/48902/1/trabajo-colaborativo-y-nuevos-escenarios-denise-vaillant.pdf>> . Acesso em: 16 jan. 2024.

VERGNAUD, G. Epistemology and psychology of mathematics education. In: NESHER, P.; KILPATRICK, J. (Eds.) **Mathematics and cognition: A research synthesis** by International Group for the Psychology of Mathematics Education. Cambridge: Cambridge University Press. 1990.

VILLATE, J. **Física 1: Dinâmica**. Stanford: Creative Commons, 2012.

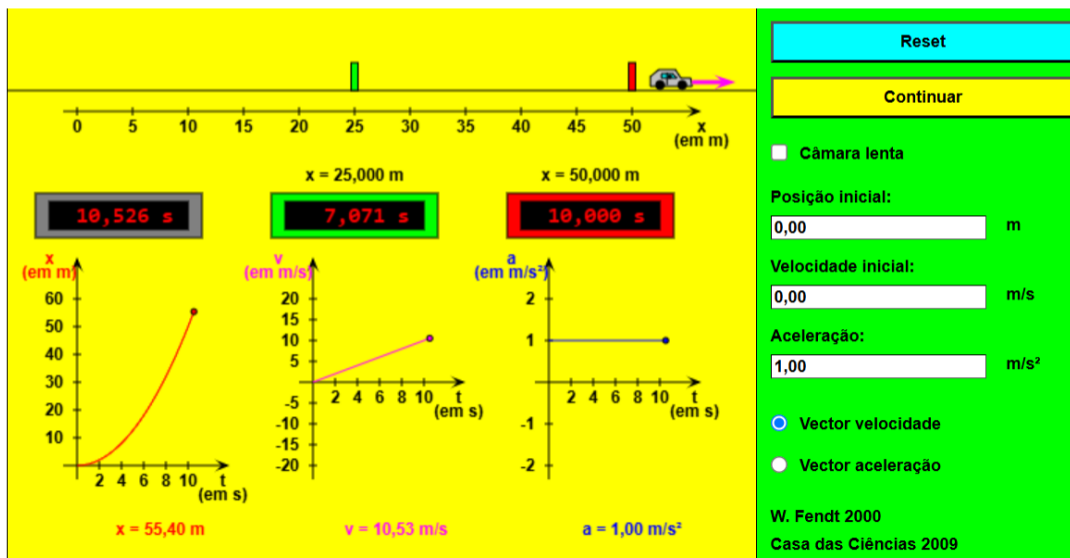
YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I: Mecânica**, 12. ed., Tradução: Sonia Midori Yamamoto, São Paulo: Pearson, 2008.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes. 1991.

WILLIAMS, J. E. **Física Moderna 1 – Curso Programado**. Rio de Janeiro: Editora Renes. 1970.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

**PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS SOBRE MOVIMENTO
RETILÍNEO UNIFORME E MOVIMENTO RETILÍNEO
UNIFORMEMENTE VARIADO**



Fonte: https://www.walter-fendt.de/html5/pht/acceleration_pt.htm

Aguinaldo Porfírio do Santos

AGUINALDO PORFÍRIO DOS SANTOS

**PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS SOBRE MOVIMENTO RETILÍNEO
UNIFORME E MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO**

**Proposals for practical activities on uniform rectilinear motion and uniformly
accelerated rectilinear motion**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Polo 32 do MNPEF - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof^a. Dra. Adriana da Silva Fontes

Coorientador: Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos

CAMPO MOURÃO

2024



4.0 Internacional

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



AGUINALDO PORFIRIO DOS SANTOS

PROPOSTA DE ENSINO DE MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME E MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO COM O USO DE TDICS

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ensino De Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Física Na Educação Básica.

Data de aprovação: 13 de Dezembro de 2024

Dra. Adriana Da Silva Fontes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Debora Ferreira Da Silva, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Shalimar Calegari Zanatta, Doutorado - Universidade Estadual do Paraná (Unespar)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 16/12/2024.

APRESENTAÇÃO

Este estudo versa sobre alternativas para trabalhar alguns temas do Ensino de Física nos primeiros anos do Ensino Médio, mais especificamente, o conteúdo de Cinemática, abordando Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), de modo que os educandos consigam assimilar esses conteúdos e presenciar e/ou identificar suas ocorrências em seu cotidiano.

À vista disso, as tecnologias desempenham um papel fundamental na transformação do Ensino de Física, substituindo a abordagem mecânica na resolução de exercícios por uma abordagem reflexiva nos processos de solução de problemas práticos. Assim, espera-se fazer entender que a tecnologia aplicada em sala de aula, pode tornar-se um recurso didático que venha a somar como uma ferramenta de aprendizagem. E tais recursos podem estar mais próximos e ser mais comuns para os estudantes do que se pensa, como por exemplo, a utilização de seus próprios *smartphones*.

A proposta de Ensino de Física na abordagem pedagógica adotada e as ferramentas utilizadas foram eficazes para a compreensão dos conceitos de Cinemática por parte dos estudantes que participaram da aplicação desta pesquisa. Elas proporcionaram uma aula reflexiva, na qual encontramos evidências de que houve uma aprendizagem significativa, com base nas análises das respostas fornecidas pelos estudantes antes e após a aplicação desta Sequência Didática (SD).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Captura de tela da região que mostra as “Pirâmides do Egito”, no aplicativo <i>Google Maps</i>	20
Figura 2 - Representação do deslocamento de um avião ao realizar a viagem de Maringá até Curitiba.....	22
Figura 3 - Representação de três diferentes rotas, ou trajetórias para realizar uma viagem de Maringá a Curitiba.....	23
Figura 4 - Captura de tela de uma pesquisa do ponto de referência “Pirâmides do Egito”, no aplicativo <i>Google Maps</i>	31
Figura 5 - Captura de tela do <i>site</i> do simulador <i>Walter Fendt</i> contendo diversas opções de simulações de experimentos de Mecânica.	32
Figura 6 - Captura de tela do <i>site</i> do simulador <i>Tracker</i> contendo a <i>interface</i> para importar e analisar vídeos.....	33
Figura 7 - Trajetória traçada pelo programa <i>Google Maps</i> ao fornecer um ponto de partida e um ponto de chegada, utilizando um carro como meio de transporte.....	39
Figura 8 - Exemplo de utilização do <i>software Tracker</i> . À direita: na parte superior, o gráfico gerado da posição em função do tempo e na parte inferior, a tabela contendo os dados coletados; à esquerda, um quadro do vídeo gravado, com um menino caminhando em MRU.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estrutura geral da Sequência Didática.....	15
Quadro 2 - Conteúdo abordados durante o desenvolvimento da Sequência Didática.....	16
Quadro 3 - Unidades básicas de medidas.....	20
Quadro 4 - Classificação do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado em função da velocidade e aceleração.....	28
Quadro 5 - Equações do movimento retilíneo uniformemente variado.....	29
Quadro 6 - Possíveis questões para levantamento dos conhecimentos prévios.....	36
Quadro 7 - Propostas de questões relacionadas ao vídeo.....	38
Quadro 8 - Atividade sobre MRU utilizando o <i>Google Maps</i>	38
Quadro 9 - Sugestão de roteiro para uso do simulador Tracker.....	41
Quadro 10 - Sugestão de roteiro de atividade utilizando o simulador <i>Walter Fendt</i>	42
Quadro 11 - Sugestões de questões para serem aplicadas com os estudantes após a conclusão das demais atividades.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
1.1	Objetivos.....	11
1.1.1	Objetivo geral.....	11
1.1.2	Objetivos específicos.....	11
1.2	Justificativa.....	12
2	ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	14
3	DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	15
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
4.1	Cinemática.....	18
4.1.1	Referencial.....	20
4.1.2	Repouso.....	21
4.1.3	Deslocamento.....	21
4.1.4	Trajetória.....	22
4.1.5	Velocidade média.....	23
4.1.6	Aceleração média.....	24
4.1.7	Velocidade em função do tempo.....	24
4.2	Movimento.....	25
4.2.1	Movimento Retilíneo Uniforme.....	26
4.2.2	Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.....	27
4.3	As TDICs no Ensino de Física.....	29
4.3.1	O aplicativo Google Maps.....	30
4.3.2	O simulador Walter Fendt (WF).....	31
4.3.3	O simulador Tracker.....	32
4.4	Uma breve introdução à teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....	33
5	PROPOSTAS DE ATIVIDADES.....	36
5.1	Proposta utilizando o Google Maps.....	38
5.2	Atividade utilizando o software Tracker.....	39
5.3	Proposta com o Simulador Walter Fendt: movimento com aceleração constante.....	41
5.4	Propostas envolvendo outros materiais e plataformas.....	44
5.5	Questões finais e avaliação dos estudantes.....	44

6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
	REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Física que é abordado no Ensino Médio, muitas vezes se mostra baseado na parte teórica, seguida de uma aplicação de cálculos para comprovação da teoria que foi apresentada, fazendo assim com que o principal meio para a compreensão dos conteúdos seja por meio da resolução de exercícios, os quais, muitas vezes, acabam por refletir simplesmente um raciocínio matemático, deixando de lado aspectos teóricos importantes e compreensões teóricas mais aprofundadas sobre o que está sendo estudado.

Na cinemática, o estudo do movimento dos corpos recebe representações extras ao que os estudantes comumente viam no estudo de Ciências, como a citar, a correlação entre gráficos, tabelas, diagramas, etc.... Ademais, são trabalhados ainda modelos matemáticos como equações do primeiro e segundo grau, através dos quais se faz possível criar uma abordagem interdisciplinar com a própria disciplina de Matemática. Contudo, tal relação não se finda nestes tópicos, podendo estender-se também para o entendimento do que seriam e como podem ser representadas as funções matemáticas, como por exemplo, com a implementação dos vetores, os quais também são fundamentais para o estudo da Cinemática. Na Física, há grande interesse nestes modelos matemáticos que representam sistemas dinâmicos, pois acredita-se que esses modelos matemáticos contribuem para a aprendizagem dos educandos.

Ao descrever os movimentos de um corpo, entendendo mais a fundo sobre a maneira como este se comporta no espaço com o passar do tempo, isto acaba remetendo a base da Cinemática. Em outras palavras, ela pode ser entendida como a descrição geométrica do movimento por meio de funções matemáticas, ou seja, é o equacionamento do movimento sem se preocupar com as causas do movimento ou com o que provoca alterações nele.

De forma simplificada pode-se dizer que a Cinemática usa os conceitos da geometria (espaço) associados à ideia de tempo, de forma a explicar e prever o movimento de um corpo. Portanto, as grandezas físicas fundamentais, empregadas na Cinemática são a localização (posição) que está associado à geometria e o conceito do passado do tempo, que é algo natural e intrínseco para todos. Em relação aos estudantes, é possível perceber que, em geral, apresentam suas dificuldades para

resolver os problemas de Cinemática estão relacionadas à dificuldades de encontrar elementos essenciais para aplicar equações, além das dificuldades em interpretar gráficos (Araújo, Veit e Moreira, 2004).

Ainda de acordo com Araújo, Veit e Moreira (2004), para um melhor desempenho, e para a compreensão de conteúdos de Física é necessário trabalhar e aperfeiçoar a construção e interpretação de gráficos. Na leitura dos gráficos, por exemplo, existe uma grande quantidade de informações que podem ser resumidas, ao passo que outras informações, as vezes podem não fazer diferença para as análises pretendidas. Para retirar informações de um gráfico é necessário certo treino, o qual, muitas vezes, não é feito pelos estudantes, seja por falta de cobrança, ou mesmo, por falta de que sejam propostos problemas que abarquem tal necessidade.

Atrelado a todos estes pontos mencionados, vale ressaltar ainda que os professores que atuam no primeiro ano do Ensino Médio ainda se deparam com um outro ponto. As turmas que ingressam no Ensino Médio são, em geral, novas. Desta forma, os professores não conhecem os estudantes com os quais estão se deparando, tanto em nível cognitivo, como em também em seus comportamentos individual e em grupo. Ou seja, é um novo contexto para todos, tanto os estudantes, que se deparam com uma nova realidade, muitas vezes mudando de turma, turno e até mesmo escola, e para os docentes que não conhecem as dificuldades e necessidades dos estudantes e da turma como um todo.

Para criar laços com a turma, fortalecendo a relação de ensino-aprendizagem é necessário que ao longo do período letivo, seja estabelecida uma relação empática e colaborativa com os estudantes, adotando estratégias pedagógicas diversificadas e promovendo um ambiente inclusivo, visando o desenvolvimento integral de cada indivíduo e superando desafios acadêmicos que cada um apresenta.

Um dos motivos da estagnação da aprendizagem na área de Física é que os professores ficaram com as metodologias em sala de aula limitadas, o que se deve à diversos fatores como em alguns casos, a falta de recursos tecnológicos, a falta da oferta ou incentivo para a participação em bons cursos de formação continuada, e até mesmo, a falta de interesse por parte dos professores em tentar mudar a maneira como planejam e desenvolvem suas aulas. Muitos destes problemas podem ser contornados, como, por exemplo, com a disponibilização de novos materiais didáticos que promovam maior engajamento dos estudantes, e que não demandam muitos recursos, como no caso do uso dos *smartphones* dos próprios estudantes para realizar

atividades diferenciadas em sala de aula. Desta forma, é possível ter acesso as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) sem que necessariamente seja necessário um laboratório de informática. Além disso, ao trazer tais situações diferenciadas para a sala de aula, acaba sendo possível contornar outro problema, a implementação da ideia de criar um Ensino de Física atrelado à Cidadania. É de suma importância a utilização de situações-problema que façam sentido para os estudantes. Situações que dão sentido aos conceitos e a conceitualização estão no âmago do desenvolvimento cognitivo (Vergnaud, 1990).

Portanto, para implementar tais ideias, as primeiras situações apresentadas junto ao conteúdo devem integrar o que será abordado ao contexto do estudante, de forma que novas situações devem ser introduzidas em níveis crescentes de complexidade. É um erro começar a ensinar sem usar situações que tenham sentido para os estudantes, uma falha bastante comum no Ensino de Física.

Com novas formas de ensinar e com a inserção de tecnologias nesse processo de ensino-aprendizagem, mudam também as formas e as maneiras que os educandos recebem o conteúdo. A partir de tal abordagem, nota-se que eles se sentem mais motivados e participativos do que antes, valorizando sua autonomia, favorecendo o diálogo. A partir desta abordagem, o professor não é mais o foco da sala de aula, como o único detentor do conhecimento. O estudante passa a ser o principal responsável pela construção do seu conhecimento de forma ativa em sala de aula, recebendo amparo por parte do professor, e não ficando dependente dele.

A incorporação das inovações tecnológicas vem contribuir para a melhor qualidade de ensino. O simples fato de colocar as novas tecnologias na escola não é, por si só, garantia de maior qualidade no ensino, pois a aparente modernidade pode disfarçar um ensino tradicional baseado na recepção e na memorização de informações. O desenvolvimento científico e tecnológico das últimas décadas tem direcionado a evolução da sociedade, tanto quanto suas finalidades, como no papel social desempenhado pela escola, conseqüentemente têm exigido transformações na educação (Baptista, 2010).

A participação e envolvimento dos estudantes nessa proposta de ensino são fundamentais, cabendo ao professor conseguir motivá-los, gerando curiosidade, gosto pela ciência e na busca pelo senso investigativo. Espera-se conseguir mostrar aos estudantes que a Física está presente no seu cotidiano, e, que é através do seu entendimento que ele poderá compreender de fato o que está acontecendo, e como

funcionam os fenômenos por ele observado.

Diante do exposto, esse trabalho foi desenvolvido com o intuito de fornecer ferramentas didáticas diferenciadas, pautadas nas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) para o estudo de dois conteúdos de Cinemática, o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Sua proposta é fazer com que os educandos se tornem os protagonistas neste processo de ensino-aprendizagem, podendo assimilar os conceitos apresentados com situações corriqueiras, e que ainda, por meio de simulações e experimentos, consigam estudar os conteúdos de forma diferenciada, tendo acesso não só aos conceitos teóricos, mas também a toda uma nova forma de representações, como as equações, gráficos, tabelas, dentre outros.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Compreender as aplicações dos conceitos da Cinemática, proporcionando um processo de ensino-aprendizagem de maneira interdisciplinar com a Matemática.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Descrever as características do Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV);
- Entender a aplicação prática da equação horária do movimento retilíneo uniforme no contexto cotidiano;
- Identificar e representar, por meio de gráficos, as posições, velocidades e acelerações de corpos em movimento;
- Empregar simuladores para revisão interativa dos tópicos abordados em sala de aula, proporcionando aos alunos oportunidades autônomas de exploração conceitual, por meio das TDICs;
- Fomentar trabalhos em grupo como meio de promover a troca de conhecimento entre os integrantes, incentivando o exercício das capacidades de comunicação em busca de objetivos coletivos e uso das TDICs.

1.2 Justificativa

O movimento é um dos fenômenos naturais que intrigou o homem ao longo dos tempos. A simples queda de um corpo despertou a curiosidade de muitos filósofos que durante séculos tentaram explicar como e porque esse fenômeno ocorria. Muitas foram as discussões e as quebras de paradigmas para que os estudiosos e observadores pudessem passar da observação até a elaboração de modelos que pudessem prever o resultado de um dado movimento.

A busca por uma forma diferenciada de ensinar os conceitos da Cinemática surge da necessidade de atender aos novos paradigmas da aprendizagem, especificamente em um ambiente de aprendizado em evolução, centrado na aprendizagem ativa. Deseja-se trazer uma nova forma de estudar e interagir com estes conteúdos, transformando a maneira como os estudantes aprendem, transformando-os em protagonistas neste processo. Para tal, espera-se abordar os conceitos de MRU e MRUV através de abordagens, metodologias e ferramentas contemporâneas. Além de trazer aos estudantes situações corriqueiras, que aumentem o engajamento com o interesse sobre o conteúdo, esta abordagem acaba por relacionar tais conhecimentos ao conhecimento prévio que os estudantes já possuem, permitindo explorar a ideia de uma aprendizagem significativa, como proposto por Ausubel (1963).

Os progressos tecnológicos e a disseminação global da informação têm causado mudanças significativas nas abordagens adotadas pelos educadores nos processos de ensino-aprendizagem, afetando até mesmo disciplinas historicamente ligadas a métodos tradicionais, como a aplicação da matemática à Física. O uso de novas tecnologias no Ensino pode ter um impacto positivo em todo esse processo, por exemplo, ao permitir o desenvolvimento de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), nos quais é possível realçar as conexões entre os estudantes e diversos tipos de simuladores e materiais, potencializando o aprendizado destes, caso assim sejam devidamente incentivados. Nesse contexto, as tecnologias desempenham um papel fundamental na transformação do Ensino de Física, substituindo a abordagem mecânica na resolução de exercícios por uma abordagem reflexiva nos processos de solução de problemas práticos.

Deve-se entender que a tecnologia em sala de aula pode ser utilizada de maneira propícia, desde que seu uso seja devidamente planejado e implementado de forma a chamar atenção dos estudantes para as suas variadas aplicações. Os educandos devem perceber, por meio da intervenção do docente, que eles já possuem ferramentas e conhecimento suficiente para fazer uso de um novo recurso didático, os *smartphones* que carregam consigo. Basta mostrar aos estudantes que seus dispositivos podem se transformar em ferramentas que irão auxiliar na maneira como eles veem e interagem com o mundo, fugindo dos seus usos quase restritos, voltados para jogos e redes sociais.

Continuando nesta linha de raciocínio, as TDICs disponibilizam uma variedade de recursos que podem ser empregados como instrumentos pedagógicos na sala de aula, sendo cada vez mais essenciais para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Da mesma maneira, esta pesquisa estabelece uma base para a exploração do uso de AVAs, com o objetivo de identificar possíveis soluções para transformar a abordagem do Ensino de Física nas instituições educacionais.

Esta pesquisa tem o potencial de oferecer uma valiosa contribuição aos estudantes, uma vez que ao abordar a Física de maneira inovadora e não convencional, busca-se cultivar um entendimento substancial do tema, proporcionando, assim, uma sólida base para o seu desenvolvimento futuro.

Seus resultados estarão disponíveis para orientar futuros professores, pesquisadores e desenvolvedores de *softwares* na avaliação da viabilidade da aplicação de novas tecnologias no Ensino, não apenas na área da Física, mas em todas as disciplinas que necessitam de suporte tecnológico para implementar abordagens educacionais mais eficazes e atrair a atenção dos estudantes por meio de ambientes virtuais interativos.

2 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

Este produto educacional aborda os temas: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU); e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). Sua implementação se pauta na utilização das TDICs, permitindo que os estudantes tenham contato com estes conteúdos de maneira mais dinâmica e interativa. Além das abordagens descritas ao longo deste produto educacional, ou sequência didática, ao final deste trabalho são apresentadas algumas sugestões de outras práticas que podem ser analisadas e utilizadas pelo professor, de acordo com sua necessidade, interesse e infraestrutura disponível para trabalho.

A proposta didática foi elaborada de acordo com o planejamento delineado no Quadro 1, disposto na seção 3, tomando por base sua aplicação prevista para ocorrer ao longo de 12 horas/aula.

3 DESCRIÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto apresentado está embasado na teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, considerando sobre a importância do conceito aplicado ter sentido/significado na sociedade em que o indivíduo está inserido. Como apresentado por Ausubel (1968, p. 8).

[...] uma ciência aplicada que tem um valor social, interessada não em leis gerais da aprendizagem em si mesmas, mas em propriedades de aprendizagem, que possam ser relacionadas a meios eficazes de deliberadamente levar a mudanças na estrutura cognitiva (AUSUBEL, 1968, p. 8).

No Quadro 1, que segue, é apresentada a ideia geral sobre como esta SD está elaborada, e como foi feita a divisão das atividades e conteúdos previstos de acordo com cada encontro de 2 horas/aula.

Quadro 1. Estrutura geral da sequência didática.

Etapa da sequência didática	Encontros (CH)	Atividades
Apresentação do tema (MRU).	Encontro 1: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicação do questionário inicial (pré-teste) sobre MRU, com uso do <i>google forms</i> – Link: https://docs.google.com/forms/d/1QswxiT-G-gDn3nzcABMhvMXA2orQZLx_KAnBr_zNPxo/edit; ▪ Apresentação do MRU e seus conceitos com o uso de slides; ▪ Exibição de vídeos do <i>youtube</i> sobre MRU, levando os alunos ao conhecimento conceitual. Link: https://www.youtube.com/watch?v=6lcljKPC-k68; ▪ Discussões sobre os conceitos abordados nos vídeos. Relacionando conceitos obtidos anteriormente com os vistos nos vídeos.
Desenvolvimento do tema.	Encontro 2: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aula expositiva e dialogada sobre os fundamentos de MRU; ▪ Aula prática: Utilização do <i>Google Maps</i> para ilustração de conceitos fundamentais. Link: https://www.google.com.br/maps/@-24.6167086,-51.3214211,7z.
Aula prática: Simulações no <i>Tracker</i> para MRU e MRUV.	Encontro 3: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação do software <i>Tracker</i> para experimentos de MRU e MRUV; ▪ Instruções sobre coletas de dados e análise dos resultados no <i>Tracker</i>.
Avaliação: Prática experimental	Encontro 4: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação do trabalho sobre MRU; ▪ Aula prática sobre MRU.

Aula expositiva e prática: Apresentação e uso do Simulador <i>Walter Fendt</i> para MRU e MRUV.	Encontro 5: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso do simulador <i>Walter-Fendt</i> para verificação dos conceitos de MRU, MRUV e seus respectivos gráficos. Link do simulador: https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration_pt.htm
Avaliação e aplicação do pós-teste (questionário)	Encontro 6: 2 aulas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresentação de trabalho dos alunos; ▪ Aplicação do pós-teste com o uso da ferramenta <i>google forms</i>. Link: https://docs.google.com/forms/d/1QswxiT-G-gDn3nzcABMhvMXA2orQZLx_KAnBr_zNPxo/edit

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

A proposta didática está estruturada em 12 aulas presenciais divididas em seis encontros, nos quais se dará a explicação teórica dos conteúdos e a aplicação prática mediadas pelas TDICs. No Quadro 2 é apresentado como espera-se que os conteúdos sejam abordados de quanto aos aspectos conceitual, procedimental e atitudinal.

Quadro 2. Conteúdo abordados durante o desenvolvimento da sequência didática.

CONTEÚDOS		
Conceitual	Procedimental	Atitudinal
Sobre movimentos: <ul style="list-style-type: none"> • MRU; • MRUV. 	Trabalhar com experiências e vivências dos educandos, ou seja, aliando seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos abordados, ajustando aossimuladores que apresentamsituações-problema.	Proposição de situações-problemas que desafiem os educadose os façam refletir sobre a teoria aprendida, de modo a aplicá-la na prática.
O QUE SE ESPERA: Espera-se que os educandos consigam se apropriar dos conceitos apresentados durante as aulas teóricas, de modo a aplicá-los na prática cotidiana de suas vivências.		
RECURSOS DIDÁTICOS: Quadro negro/branco, giz/canetão, internet, vídeos, celulares, computadores, plataformas e aplicativos digitais,slides, materiais impressos e sistematizados etc.		
AVALIAÇÃO: A avaliação será realizada conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9394/96, a qual estabelece que a avaliação é parte do processo de ensino-aprendizagem, contínua e cumulativa, com predominância dos aspectos qualitativos sobre os quantitativos, prevalecendo o desenvolvimento do estudante ao longo do período letivo sobre os de eventuais avaliações finais. Embora a LDB traga tais aspectos, ela permite que estes sejam estabelecidos e aplicados de maneira ampla, se alinhando às ideias propostas nesta pesquisa, que visa observar o quanto o estudante evoluiu ao longo da aplicação da Sequência Didática. Desta forma, o estudante consegue demonstrar a sua evolução contínua e cumulativa, sendo este avaliado individualmente ou em grupo, uma vez que a própria interação entre os estudantes também pode ser vista como um ponto benéfico e que propicia aprendizagem.		

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Diante do exposto sobre os conteúdos e abordagens pensados para aplicar no decorrer do produto educacional, é de suma importância expor e contextualizar os conteúdos que serão abordados minuciosamente no desenvolvimento da proposta didática desenvolvida.

No capítulo seguinte serão apresentados os aspectos teóricos mais importantes, pertinentes à aplicação desta SD, amparando o professor, caso necessário, na retomada dos conceitos essenciais que precisam ser tratados junto aos estudantes.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção é realizada uma breve discussão sobre alguns conceitos fundamentais da Física necessários para desenvolver o conteúdo de movimento. Os conceitos aqui abordados seguirão um tratamento voltado para o Ensino Médio.

Os conceitos e discussões pretendidos nesta seção são: o que é a Cinemática; o Sistema Internacional de unidades (S.I.); repouso, referencial, posição e deslocamento; trajetória; velocidade; e por fim, aceleração. Com base nestes conceitos, será apresentado então sobre o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

4.1 Cinemática

A Física é classificada como uma disciplina científica, definida como um sistema organizado de conhecimento que opera com base no método científico, utilizando seu processo de raciocínio para a produção de conhecimento. Para tal, vale também da experimentação, da lógica, da razão e da repetição. Assim, para melhor compreensão de assuntos que a relaciona, uma alternativa é fazer uso de experimentos em programas especialmente desenvolvidos para tal finalidade (Falcão e Machado, 2010).

Quanto ao Ensino da Física, os livros apresentam suas sequências didáticas de maneira totalmente tradicional, onde o conteúdo em questão a Cinemática é a parte da Mecânica que estuda os movimentos sem haver preocupação com suas origens. De acordo Palandi *et al.*, (2010, p. 01):

Na Cinemática, o objetivo é descrever como se processam os movimentos, isto é, estabelecer, num dado referencial, as posições que os corpos ocupam ao longo do tempo e as respectivas velocidades, independentemente das causas desses movimentos. Em outros termos, a Cinemática procura estabelecer as formas geométricas das trajetórias dos corpos no espaço, se são retas ou curvas, e os intervalos de tempo levados para percorrer todos os segmentos dessas trajetórias. (Palandi *et al.*, 2010, p. 01)

Portanto, a cinemática investiga como os objetos se movem, sem se aprofundar nas razões pelas quais esses movimentos ocorrem, uma vez estas causas são estudadas em outras áreas, como a dinâmica. Ao invés de entender o “porquê”, a Cinemática se preocupa principalmente em responder à questão de

"como" os objetos se movem, tentando ser capaz de descrever o movimento, e ainda, prever o que irá ocorrer com o passar do tempo.

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2008), uma "partícula" pode ser entendida como qualquer entidade com uma posição, independentemente de suas dimensões físicas. Com frequência, conceitos ou modelos da partícula são tratados como um ponto matemático sem dimensão espacial, ou seja, sem ter tamanho físico. Portanto, nesta pesquisa será analisada a aplicação do modelo de partícula em situações reais onde o movimento procede em linha reta, sem considerar as dimensões do objeto e, novamente, sem preocupar-se em entender ou explicar como tal movimento começou.

Com frequência, conceitos ou modelos da partícula são tratadas como um ponto matemático sem dimensão espacial, ou seja, sem ter tamanho físico. Portanto nesta proposta será analisada a aplicação do modelo de partícula em situações reais onde o movimento procede em linha reta, sem considerar as dimensões do objeto.

Considerando que no primeiro ano de estudos de Física, os estudantes são introduzidos a conceitos fundamentais que formam a base para a compreensão de fenômenos físicos ao seu redor, outro aspecto essencial em sua jornada é aprender sobre o uso de unidades de medidas. Como existem diversas formas como cada grandeza pode ser apresentada, é fundamental que se estabeleça um padrão, ou como é conhecido, o Sistema Internacional de unidades (S.I.), que visa padronizar as unidades, permitindo que se utilize uma "linguagem universal" na hora de apresentar os dados, facilitando sua assimilação e, eventualmente, sua conversão para outros sistemas de unidades adotados ao redor do mundo.

No Quadro 3, são apresentadas as sete unidades fundamentais adotadas na Ciência na atualidade. Estas unidades fazem parte de um acordo internacional seguido por pesquisadores que adotam padrões de medida para diversas grandezas, incluindo massa, corrente elétrica, temperatura termodinâmica, quantidade de substância, comprimento, tempo e intensidade luminosa. São considerados dimensionamentos independentes entre si, sendo as unidades associadas a cada umas das grandezas anteriormente citadas, o metro, o quilograma, o segundo, o ampere, o kelvin, o mol e a candela, respectivamente. (Halliday, Resnick e Walker, 2008).

Quadro 3. Unidades Básicas de Medida.

Grandeza	Nome	Símbolo
Comprimento	Metro	m
Massa	Quilogramas	kg
Tempo	Segundo	s
Corrente Elétrica	Ampére	A
Temperatura Termodinâmica	Kelvin	K
Quantidade de Substância	Mol	mol
Intensidade Luminosa	Candela	cd

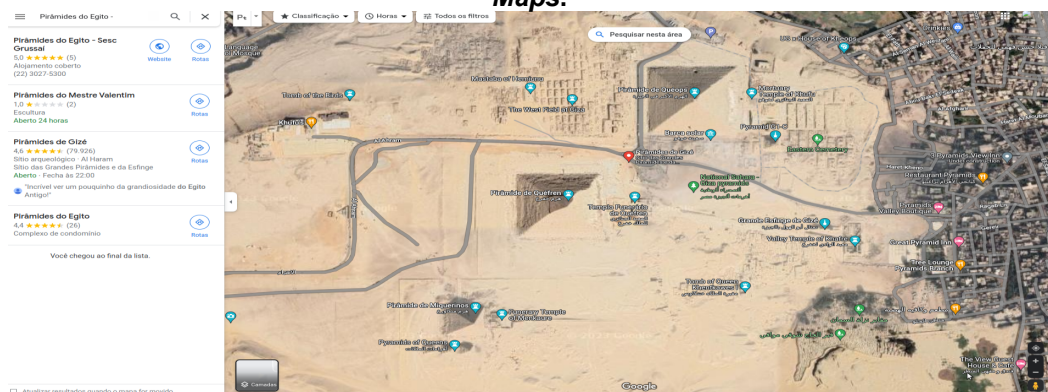
Fonte: Retirada de Batista, Schiavon e Batista (2018).

Entre as unidades apresentadas, as grandezas comprimento e tempo estarão presentes nos conteúdos propostos e conceitos adiantes.

4.1.1 Referencial

O termo “Referencial” refere-se ao local estabelecido como base a partir de onde tudo irá ser observado, ou então, a partir do qual se estabelecem as orientações, posições e demais conceitos. O que será visto e descrito é sempre partindo do ponto de vista de um referencial, como no caso da Figura 1, onde estabelece-se como ponto de referência, “as Pirâmides do Egito”.

Figura 1 - Captura de tela da região que mostra as “Pirâmides do Egito”, no aplicativo Google Maps.



Fonte: Captura de tela do aplicativo Google Maps, (2024).

4.1.2 Repouso

O termo "repouso" indica o estado de inatividade ou ausência de movimento de um objeto ou sistema em relação a um ponto de referência específico. Em termos simples, um objeto está em repouso quando sua posição em relação a um ponto fixo não se altera ao longo do tempo. No caso observado na Figura 1, por exemplo, as pirâmides estão em repouso uma em relação a outra, visto que elas estão sempre no mesmo local. Já no caso de um avião que sobrevoa as Pirâmides, em relação às Pirâmides, o avião está em movimento, ou seja, está se deslocando, como será discutido na próxima seção.

Portanto, o estado de repouso e de movimento é relativo, variando de acordo com o referencial escolhido. Na Física a ideia de adotar referenciais que sejam pertinentes às situações estudadas é algo muito comum, podendo facilitar as tratativas de um problema quando feito de maneira correta. Além do referencial de posição, é comum também adotar a ideia de referencial para o tempo, por exemplo, ao falar que o relógio marca um instante de tempo $t = 0$ quando o movimento de um objeto se inicia, ou mesmo, quando se inicia a observação deste movimento. Tal abordagem é comum ao ponto que as equações estabelecidas adotam sempre uma ideia de tempo inicial ($t_0 = 0$). Assim, o passar do tempo acaba sendo definido como Δt , como apresentado na Equação (1) que mostra o tempo transcorrido entre os eventos 1 e 2. Note que o passar do tempo será sempre positivo!

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (1)$$

4.1.3 Deslocamento

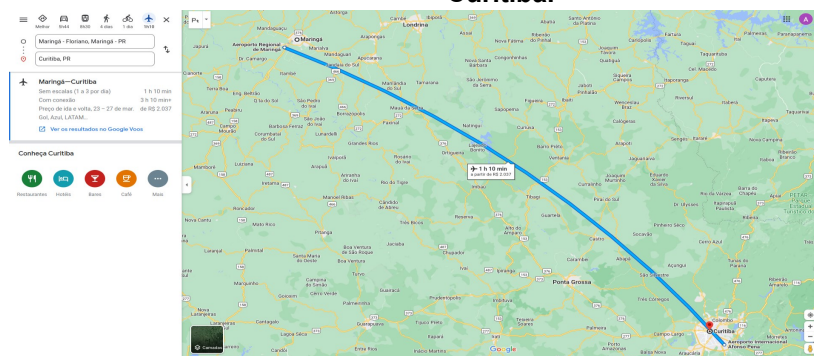
O "Deslocamento" representa a mudança na posição de um objeto em função do tempo, sempre em relação a um dado referencial. Em outras palavras, é a diferença entre as posições final e inicial de um objeto. Neste caso, chama-se atenção de que existem dois tipos de tratamentos para tal grandeza, a ideia de um deslocamento vetorial e de deslocamento escalar.

O intuito deste trabalho não é abordar o trabalho vetorial, que envolve a necessidade de definir módulo, direção e sentido para as grandezas, uma vez que o

trabalho está voltado para o estudo de casos em uma dimensão (1D). Neste caso, unidimensional, o vetor acaba podendo ser simplificado ao observar somente o sinal e a magnitude de uma grandeza. Por exemplo, ao definir que a partir de um ponto inicial, os valores de posição irão aumentar ao andar para a direita, e diminuir ao andar para a esquerda, tem-se então que deslocamentos positivos indicam um movimento que está orientado da esquerda para a direita, e deslocamentos negativos, orientados da direita para a esquerda.

Na Figura 2 é mostrada a ideia de um deslocamento para uma pessoa que realizou a viagem de avião entre Maringá e Curitiba. Neste caso, nota-se que não há preocupação em estabelecer valores como positivos e negativos, uma vez que se deseja saber somente o quanto será necessário percorrer para sair de um local e ir para o outro.

Figura 2 – Representação do deslocamento de um avião ao realizar a viagem de Maringá até Curitiba.



Fonte: Captura de tela do aplicativo Google Maps, (2024).

De forma simples, define-se o deslocamento através da Equação (2), onde estabelece-se o comumente utilizado para estes estudos, ou seja, que a orientação do movimento está ocorrendo no eixo x.

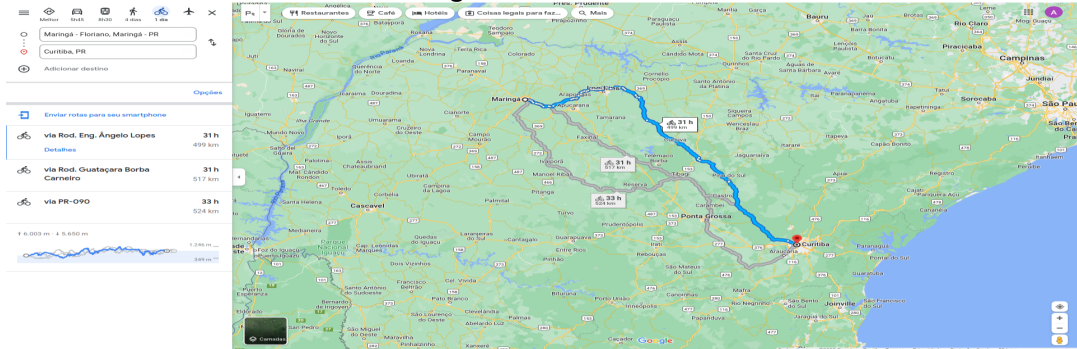
$$\Delta \# = \#_1 - \#_2 \quad (2)$$

4.1.4 Trajetória

A ideia de “Trajetória” é determinar a rota percorrida por um objeto em movimento no espaço, formando uma linha que une todas as suas sucessivas posições durante o deslocamento. Na Figura 3, por exemplo, são apresentadas três

diferentes trajetórias que podem ser adotadas em uma viagem de bicicleta entre as cidades de Maringá e Curitiba. Note que, embora não esteja em uma linha reta, o movimento ainda é considerado como sendo unidimensional.

Figura 3 – Representação de três diferentes rotas, ou trajetórias para realizar uma viagem de Maringá a Curitiba.



Fonte: Captura de tela do aplicativo *Google Maps*, (2024).

4.1.5 Velocidade Média

Agora, quando é observada a relação entre a mudança de posição de um objeto em função do tempo necessário para que essa mudança de posição ocorra, acaba sendo estabelecido o conceito de velocidade média. Note que a velocidade média, assim como seria o deslocamento, também deve, quando necessário, ser representada por meio de vetores. Neste caso, negligenciando tais aspectos, trabalha-se somente com a velocidade escalar média (v_m), que é vista como um número, podendo ser positivo ou negativo, de acordo com a orientação do deslocamento.

A velocidade escalar média, ou somente velocidade média, é dada ao dividir a Equação (2) pela Equação (1), resultando na Equação (3).

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (3)$$

onde,

v_m - Velocidade (escalar) média, dada no S.I. em $[m/s]$;

Δx - ($\Delta x = x_f - x_i$) – Deslocamento, dado no S.I. em $[m]$;

Δt - ($\Delta t = t_f - t_i$) – Intervalo de tempo, dado no S.I. em $[s]$.

No S.I. a unidade de medida para a velocidade é o metro por segundo (m/s). Também é comum que ela seja expressa em quilômetros por hora (km/h). Lembrando

que 1 km equivale a 1000m, e que 1 hora tem 3600s, é possível estabelecer a equivalência: 1 m/s equivale a 3,6 km/h.

4.1.6 Aceleração média

Seguindo um raciocínio muito próximo ao que se tem para a velocidade, estabelece-se a ideia de aceleração, que representa o quanto a velocidade de um objeto muda com o passar do tempo. Neste caso, de forma análoga, tem-se que a aceleração é dada pela variação da velocidade do corpo (Δv), em função do intervalo de tempo no qual se observa tal mudança (Δt). Sua representação é dada na Equação (4).

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (4)$$

Todas as discussões realizadas a respeito do aspecto vetorial também servem para este caso. Novamente, adota-se somente a ideia de aceleração escalar média, preocupando-se somente com o valor e o sinal de tal grandeza. Em relação ao que se tem na Equação (4):

a_m - Aceleração (escalar) média, dado no S.I. em $[m/s^2]$;

Δv - ($\Delta v = v_2 - v_1$) – Variação da velocidade, dado no S.I. em $[m/s]$;

Δt - ($\Delta t = t_2 - t_1$) – Intervalo de tempo, dado no S.I. em $[s]$;

Destaca-se que em todos os trabalhos realizados será estabelecida uma aceleração constante, isto é, o valor da aceleração (positivo) ou de frenagem (negativo) de um carro, por exemplo, é considerada sempre igual ao longo do movimento estudado.

4.1.7 Velocidade em função do tempo

Por fim, quando ocorre um movimento que está sujeito a uma aceleração, isso implica em dizer que tal movimento terá valores de velocidade que variam com o passar do tempo, sendo possível determinar qual será a velocidade do objeto em cada instante de tempo. Ao trabalhar a ideia dos movimentos, na próxima seção, tal raciocínio também será aplicado para o caso da posição do objeto.

No caso da velocidade em função do tempo, ela pode ser obtida de forma simples ao expandir os termos da Equação (4), realizar a distributiva, e adotar que o tempo inicial será zero. Com isso, obtêm-se a Equação (5), representando qual o valor da velocidade um corpo terá para cada instante de tempo (t).

$$v(t) = v_0 + a_m t \quad (5)$$

No caso da velocidade em função do tempo, comumente utiliza-se que a velocidade inicial é representada como (v_0), e a aceleração média, embora tenha sido apresentada com (a_m), costuma ser apresentada sem o índice m , ficando somente (a). No caso dos termos da Equação (5) tem-se:

$v(t)$ - Velocidade final, dado no S.I. em $[m/s]$;

v_0 - Velocidade inicial, dado no S.I. em $[m/s]$;

a_m - Aceleração média, dado no S.I. em $[m/s^2]$;

t - Tempo, dado no S.I. em $[s]$.

4.2 Movimento

Ao descrever um movimento remete-se a parte da Mecânica denominada Cinemática. Neste estudo a descrição geométrica do movimento ocorre por meio de funções matemáticas, ou seja, equacionando o movimento sem se preocupar com suas causas ou com o que provoca alterações nele.

Como apresentado anteriormente, o movimento dos corpos sempre foi algo que intrigou as pessoas, tendo sua explicação teórica, mas não matemática, bem estabelecida por Aristóteles, e perdurando com erros conceituais até os séculos XVI e XVII, quando surgiu a compreensão “moderna” do movimento. Este avanço no entendimento e na descrição da Cinemática teve como principais contribuições os estudos de Galileu Galilei e Isaac Newton (Giancoli, 2008).

Assim como abordado anteriormente, o movimento vai depender do deslocamento, que, por sua vez, depende do referencial adotado. Neste caso, falar sobre o movimento ou sobre o não movimento (repouso) de um corpo, exige que se estabeleça adequadamente referenciais. Um carro que se desloca linearmente para a direita, com uma velocidade positiva, pode estar sujeito a três situações: não ter aceleração atuando sobre si (Movimento Retilíneo Uniforme), ou ter aceleração

atuando sobre si (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado), podendo a aceleração estar fazendo com que sua velocidade aumente com o passar do tempo (movimento acelerado), ou que a velocidade diminua com o passar do tempo (movimento retardado). O estudo dos conceitos, fórmulas e características destes movimentos serão apresentados a seguir.

4.2.1 Movimento Retilíneo Uniforme

O movimento retilíneo uniforme (MRU) é um tipo de movimento em que um objeto se desloca em linha reta com velocidade constante ao longo de um espaço em razão de um intervalo de tempo Δt . Isso significa que a velocidade do objeto não muda ao longo do tempo, e ele percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais.

A equação que descreve esse movimento, obtida e apresentada de forma simplificada, é proveniente do rearranjo dos termos da Equação (3), resultando na Equação (6).

$$x(t) = x_0 + vt \quad (6)$$

x - Posição final, dado no S.I. em $[m]$;

x_0 - Posição inicial, dado no S.I. em $[m]$;

v - Velocidade, dado no S.I. em $[m/s]$;

t - Tempo, dado no S.I. em $[s]$.

Utilizando tal equação, conhecida como Equação Horária dos Espaços, é possível determinar a posição de um objeto em todos os diferentes instantes de tempo, simplesmente por conhecer sua posição inicial e a sua velocidade inicial.

Neste caso, quando um móvel apresenta **velocidade positiva ($v > 0$)**, deslocando-se no mesmo sentido da trajetória, seu movimento é classificado como **progressivo**, enquanto que para uma **velocidade negativa ($v < 0$)**, ou seja, com movimento no sentido oposto ao da trajetória, tem-se um movimento **retrógrado**.

Por fim, estes movimentos podem ser representados graficamente, sendo o gráfico de posição *versus* tempo dado por uma reta ascendente (movimento progressivo) ou por uma reta descendente (movimento retrógrado). Para calcular a velocidade com a qual o móvel se desloca, basta selecionar dois pontos desta reta, e aplicar a Equação (3), observando como se dá a variação da posição em relação ao tempo gasto para tal. No caso do gráfico de velocidade *versus* tempo, o que se tem é

uma reta horizontal ao longo de todo o tempo. Caso seja calculada a área abaixo desta reta (retângulo), o que se obtém é o deslocamento do móvel ao longo deste período de tempo. Para visualizar melhor tais relações, e também ter acesso a um tratamento mais aprofundado, sugere-se olhar o livro de Bastista, Schiavon e Batista (2018).

4.2.2 Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

O Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) é um tipo de movimento de um objeto ao longo de uma trajetória reta, sob ação de uma aceleração constante, o que significa que a velocidade do objeto muda de maneira uniforme em intervalos de tempo iguais.

Neste caso, o movimento da partícula será regido por algo um pouco mais elaborado do que no MRU. Aqui a velocidade da partícula em função do tempo irá obedecer à relação apresentada anteriormente, na Equação (5), ou seja, partindo de um valor inicial (v_0), a partícula irá aumentar ou diminuir a sua velocidade de uma quantia fixa (a) a cada instante que passa.

Para obter a equação que descreve a posição da partícula para cada instante de tempo, se faz necessário um trabalho um pouco mais elaborado. Neste caso deve-se utilizar a ideia de que deslocamento de um objeto é obtido a partir da área abaixo da curva de um gráfico de velocidade *versus* tempo. Neste caso, ao analisar o gráfico, o que se observa é a figura de um paralelogramo (desde que $v_0 \neq 0$). Esta figura, para ser analisada, pode ser dividida em duas partes, um retângulo e um triângulo, sendo o deslocamento total do móvel ($s_f - s_i$) dado pela soma das áreas das duas referidas figuras. Novamente, indica-se que seja observado o livro de Bastista, Schiavon e Batista (2018), para ter uma visão mais detalhada destes gráficos e do passo a passo para se obter o resultado final desta equação.

De forma breve e concisa, o deslocamento do móvel é obtido a partir da contribuição do deslocamento associado à velocidade inicial (um retângulo de área $v_0 \cdot t$); e do deslocamento associado à mudança de sua velocidade com o passar do tempo (um triângulo cuja área acaba sendo escrita como $(\frac{a}{2} \cdot t^2)$).

Lembrando, que a Equação (4) apresenta que $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, é possível escrever que $\frac{a}{2} \cdot t^2 = \frac{\Delta v}{2 \Delta t} \cdot t^2$, resultando na equação (7):

$$\begin{aligned}
 s_+ - s_* &= !_* \cdot t + \frac{1}{2} a t^2 \\
 s_+ - s_* &= !_* \cdot t + \frac{1}{2} a t^2 \\
 s(t) &= s_* + !_* \cdot t + \frac{1}{2} a t^2
 \end{aligned} \tag{7}$$

s - Posição final do objeto, dado no S.I. em $[m]$;

s_* - Posição inicial, dado no S.I. em $[m]$;

$!_*$ - Velocidade inicial, dado no S.I. em $[m/s]$;

a - Aceleração, dado no S.I. em $[m/s^2]$;

t - Tempo, dado no S.I. em $[s]$.

Como citado anteriormente, o MRUV pode ser classificado como acelerado ou retardado, a depender da forma como se dão os sinais entre a velocidade e a aceleração, como pode ser observado no Quadro 4. Lembrando que tal classificação soma-se à classificação previamente estabelecida para o movimento quanto à sua velocidade e orientação em relação à trajetória, podendo ser progressivo ou retrógrado.

Quadro 4 - Classificação do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado em função da velocidade e aceleração

Tipo de movimento	Classificação
Acelerado	Quando o módulo da velocidade $ v $ aumenta, ou seja, o produto da velocidade com a aceleração é positivo. $(v \cdot a) > 0$
Retardado	Quando o módulo da velocidade $ v $ diminui, ou seja, o produto da velocidade com a aceleração é negativo. $(v \cdot a) < 0$

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Por fim, uma última relação importante que pode ser obtida para o MRUV, advém da associação das Equações (5) e (6). Ao isolar a variável tempo (t) na Equação (5), e então substituí-la na Equação (6), obtêm-se a Equação (8), conhecida como equação de Torricelli, capaz de relacionar deslocamento, aceleração e as velocidades inicial e final de um corpo, independentemente do tempo.

$$!^{\#} = !_*^{\#} + 2 \cdot a \cdot \Delta s \tag{8}$$

$!^{\#}$ - Velocidade final do objeto, dado no S.I. em $[m/s]$;

v_0 - Velocidade inicial, dado no S.I. em $[m/s]$;

a - Aceleração, dado no S.I. em $[m/s^2]$;

Δs – Deslocamento, dado no S.I. em $[m]$.

No Quadro 5, estão apresentadas um resumo das equações do MRUV, de forma a facilitar sua observação.

Quadro 5. Equações do movimento retilíneo uniformemente variado.

Equação	Representação matemática	Numeração
Equação horária da velocidade	$v(t) = v_0 + at$	(3)
Equação da aceleração escalar média	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	(4)
Equação horária do espaço	$s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$	(7)
Equação de Torricelli	$v^2 = v_0^2 + 2a \Delta s$	(8)

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Vale ressaltar aqui que é comum se deparar com variações na forma como são escritas as equações, principalmente no que diz respeito a de posição, sendo ela também apresentada não como $s(t)$, mas sim, $F(t)$. Tal relação é proveniente do costume em seguir os padrões de escrita em inglês para as relações, neste caso, s vem do inglês *space*, que significa espaço.

4.3 As TDICs no Ensino de Física

O uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no Ensino de Física é capaz de tornar as aulas mais envolventes e dinâmicas, possibilitando aos estudantes testar hipóteses e realizar simulações com cenários mais completos, mostrando tanto situações idealizadas (desprezando resistências), como também os casos mais próximos da realidade (considerando efeitos externos e resistências ao movimento).

Os conceitos de Cinemática são muito importantes para a correta compreensão de fenômenos físicos e pleno entendimento da forma de se construir o raciocínio necessário para a resolução de problemas, por isso o uso de TDIC se torna muito importante.

Segundo Sataka e Rozenfeld (2021, p. 4):

[...] as TDICs estão em constante processo de transformação, tanto em sua natureza e forma de funcionamento quanto em relação ao uso nas sociedades, nas quais estão imersas. Desse modo, muitos pesquisadores já abordaram tais transformações e suas relações nas esferas sociais, culturais, psicocognitivas e educacionais. (Sataka e Rozenfeld 2021, p. 4).

Nesse sentido, conseguir mapear os motivos e as situações nas quais as dificuldades dos estudantes aparecem, é algo que pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Ainda nesse sentido, um dos propósitos que se busca com a implementação de novas estratégias é conseguir alinhar estes conteúdos com aplicações práticas no seu cotidiano, relacionando os MRU e MRUV de forma prática e interativa. Desta forma, as TDICs surgem como uma ferramenta interativa que auxilia nesta conexão entre teoria e cotidiano dos estudantes.

Diante do exposto, dada a importância que as TDICs têm na interação entre os indivíduos, são trabalhados os dois tipos de movimentos – MRU e MRUV - através das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação utilizando três recursos distintos, sendo eles o aplicativo *Google Maps*; o simulador digital/ aplicativo, *Walter-Fendt*; e a ferramenta digital/ aplicativo *Tracker*. Nas sub-seções que seguem são apresentados breves relatos sobre cada um destes recursos.

4.3.1 O aplicativo Google Maps

Pensando no Ensino de Física, o aplicativo permite explorar conceitos como o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) ao criar rotas entre dois pontos e analisar deslocamentos. Os estudantes podem, através de sua utilização, calcular distâncias, comparar deslocamentos reais e ideais, estimar tempos de viagem e construir gráficos de movimento, como de posição e velocidade. Além disso, funcionalidades como imagens de satélite e o *Street View* possibilitam investigações geográficas e a criação de atividades práticas, como traçar itinerários com diferentes meios de transporte. Aspectos como a velocidade média, condições de tráfego e a fluidez no deslocamento podem ser trabalhados, incentivando análises críticas e promovendo discussões sobre as ferramentas digitais e seus usos pedagógicos.

Na Figura 4 é apresentada uma imagem do aplicativo fazendo menção a funcionalidade de ponto referencial. Neste caso, mesmo sem saber nada sobre dada localidade, com base em algumas referências geográficas, de nome, por exemplo, é

possível chegar à localização das Pirâmides do Egito, tendo até mesmo uma maior gama de opções para selecionar, como se pode observar no canto esquerdo, onde são feitas as sugestões das Pirâmides de Gizé, Pirâmide de Quéops, Pirâmide Vermelha, dentre outras. Tais aspectos permitem que os estudantes explorem e criem situações das mais diversas possíveis, sem nem mesmo conhecer pessoalmente os locais por eles trabalhados.

Figura 4 - Captura de tela de uma pesquisa do ponto de referência “Pirâmides do Egito”, no aplicativo *Google Maps*.



Fonte: Captura de tela do aplicativo *Google Maps*, (2024).

4.3.2 O simulador Walter Fendt (WF)

O simulador *Walter Fendt (WF)* é uma ferramenta interativa desenvolvida para abordar diversos tópicos da Física, permeando também a Mecânica Clássica, onde estão presentes os movimentos MRU e MRUV. Quando tratado sobre estas simulações em especial, ele permite que os estudantes ajustem variáveis como velocidade e posição iniciais para observar o comportamento do MRU. Já para o caso do MRUV, o simulador oferece opções para explorar movimentos acelerados, ajustando fatores como aceleração e velocidade inicial. Essas simulações ajudam a consolidar conceitos teóricos, permitindo uma abordagem prática e visual. Além disso, os estudantes podem tentar reproduzir algumas simulações em sala de aula, conectando teoria e prática. A acessibilidade *online* do simulador facilita o aprendizado dinâmico e enriquece o ensino tradicional, tornando conceitos abstratos mais claros e envolventes.

Na Figura 5 é apresentado um pequeno recorte da página *online* do simulador

WF, onde é possível observar os diversos idiomas nos quais a plataforma é disponibilizada, além dos diversos tipos de simulações disponíveis, neste caso, na área da Física que trata sobre Mecânica dos corpos.

Figura 5 - Captura de tela do site do simulador *Walter Fendt* contendo diversas opções de simulações de experimentos de Mecânica.

Mecânica	
Movimento com aceleração constante	2.11.2000 - 22.12.2017
Equilíbrio entre três forças	11.3.2000 - 22.12.2017
Resultante de forças (Adição de vectores)	2.11.1998 - 22.12.2017
Decomposição de uma força nas suas componentes	30.5.2003 - 22.12.2017
Sistema de roldanas	24.3.1998 - 22.12.2017
Princípio das alavancas	1.11.1997 - 22.12.2017
Plano inclinado	24.2.1999 - 22.12.2017
Experiência da Segunda Lei de Newton	23.12.1997 - 23.12.2017
Movimento de um projectil	13.9.2000 - 23.12.2017
Colisões elásticas e inelásticas	7.11.1998 - 23.12.2017
Pêndulo de Newton	4.11.1997 - 23.12.2017
Movimento circular uniforme	25.3.2007 - 23.12.2017
Carrossel (Força centrípeta)	10.3.1999 - 23.12.2017

Fonte: Captura de tela do site do simulador Walter Fendt, (2024).

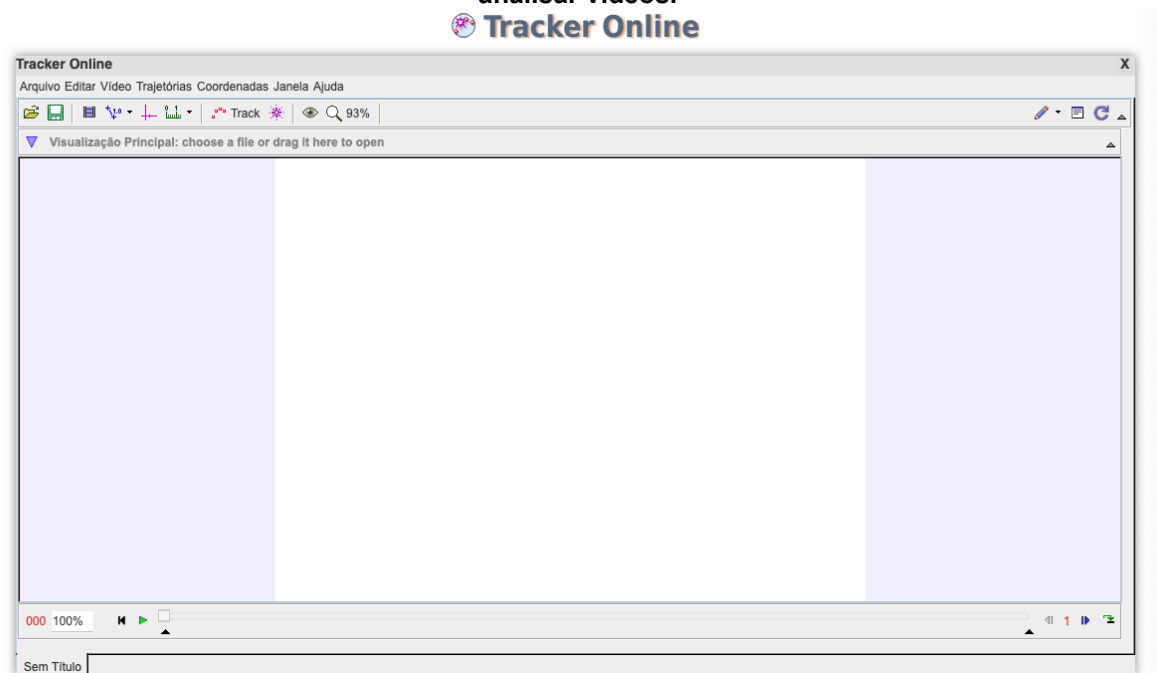
4.3.3 O simulador Tracker

O simulador *Tracker* é uma ferramenta poderosa para análise de vídeos, permitindo sua leitura quadro a quadro, possibilitando o estudo detalhado de movimentos físicos. Ele permite que os estudantes filmem eventos e manipulem os dados obtidos, analisando posições e tempos de forma precisa. Desenvolvido em código aberto, o programa é gratuito e acessível via navegador, eliminando a necessidade de instalação. O programa também promove uma educação integrada, combinando experimentação prática e análise de dados. Apesar de ter sido produzido originalmente em inglês, com apoio docente e materiais traduzidos, os estudantes conseguem utilizar suas funcionalidades de maneira eficiente.

O *Tracker* se mostra extremamente versátil, abrangendo temas da Mecânica que podem ser utilizados tanto no Ensino Médio quanto no Superior, com ênfase em

problemas reais e análise autônoma pelos estudantes. Na Figura 6 é mostrada a tela inicial do aplicativo aberto por meio de um navegador padrão, sem que para isso seja necessária a instalação de qualquer programa, ou mesmo de um computador.

Figura 6 - Captura de tela do site do simulador *Tracker* contendo a interface para importar e analisar vídeos.



Fonte: Captura de tela do site do simulador *Tracker*, (2024).

Desta forma, como dito anteriormente o conteúdo precisa fazer sentido, ou seja, significar para o educando. Sendo assim, mais do que simplesmente apresentar e disponibilizar distintas ferramentas para os estudantes, é necessário fazer com que elas façam sentido e sejam imbuídas de significado para os estudantes. Assim, a próxima seção trata sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a qual versa sobre esta questão de dar significado, de fazer com que o conteúdo faça sentido para os estudantes, conectando-se a sua realidade, de forma que isso possa impactar positivamente o processo de ensino-aprendizagem.

4.4 Uma breve introdução à teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

O psicólogo norte-americano David Paul Ausubel, nascido em 1918 e falecido em 2008. Segundo Ausubel (1963), ao introduzir a teoria da aprendizagem

significativa, possuía por finalidade promover e moldar a forma como os estudantes desenvolvem o máximo de seu conhecimento.

A contribuição de David Ausubel é crucial para o campo do construtivismo na educação. Ao formular sua teoria, ele enfatiza a necessidade de integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva já presente, em cada um dos educandos. Os princípios fundamentais dessa teoria envolvem a conexão do aprendizado com o conhecimento prévio do indivíduo. Para Ausubel, (1968, p. 37-38), a aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva, entendida como “[...] conteúdo total de ideias de certo indivíduo e sua organização; ou conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimento”.

Ordinariamente, tornou-se normal o uso dos equipamentos digitais tanto para resolver problemas do cotidiano, como também para promover lazer e a comunicação, tornando seu uso familiar e corriqueiro. Ademais, a crescente evolução da tecnologia sugere que este tipo de integração da tecnologia ao dia-a-dia será cada vez maior, fazendo com que seja mais interessante se apropriar de tais ferramentas, do que tentar negligenciá-las.

Nesse sentido, é importante a inclusão destes aparatos tecnológicos como celulares, tablets, notebook, no cotidiano escolar de educandos e professores, de modo que estes tenham infraestrutura adequada para conciliar ensino de qualidade e TDICs. Tendo em vista que os aplicativos e a tecnologia avança a passos largos, a comparação entre a forma como uma pessoa e um máquina aprendem e “retém informações” é distinta, como pode ser visto neste trecho onde Ausubel (2002, p. 8), destaca a importância da aprendizagem significativa:

A aprendizagem significativa é tão importante no processo de educação por ser o mecanismo humano por excelência para a aquisição e o armazenamento da vasta quantidade de ideias e de informações representadas por qualquer área de conhecimentos. A aquisição e a retenção de grandes conjuntos de matérias é um fenômeno extremamente impressionante, tendo em conta que: 1. Os seres humanos, ao contrário dos computadores, apenas conseguem apreender e lembrar alguns itens discretos de informações apresentadas uma única vez. 2. A memória para listas apreendidas por memorização, apresentadas múltiplas vezes, é notoriamente limitada quer ao longo do tempo, quer no que toca ao comprimento da lista, a não ser que esta seja bem apreendida e seja frequentemente reproduzida. (Ausubel, 2002, p. 8).

Portanto, é fulcral que o conhecimento a ser abordado pelo professor tenha significado para o educando, pois essa aprendizagem precisa fazer sentido, ou seja, precisa ter significado para o estudante.

É importante enfatizar que em sua visão, Ausubel ainda destaca alguns aspectos da educação tradicional, como a reprodução dos conteúdos, devendo o mesmo conteúdo ser abordado de diferentes maneiras, de forma que os estudantes possam visualizar suas diferentes apresentações, não ficando preso a uma única forma de representação.

5 PROPOSTAS DE ATIVIDADES

Com o objetivo de verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o conteúdo, recomenda-se aplicar algumas questões, sendo que para isso existem diversas opções a ser utilizadas, como: questionários; discussões; *Brainstorming*; mapas conceituais; perguntas de sondagem; *quiz*; jogos educativos; dentre outros. A aplicação destas atividades tem o propósito fazer um levantamento e entender o que eles já sabem e como é possível criar adaptações no conteúdo para atender às necessidades apresentadas.

No Quadro 6, é apresentado um modelo que pode ser utilizado para diagnosticar a forma como o professor vai trabalhar o conteúdo. A partir de sua aplicação, torna-se possível avaliar o entendimento prévio do educando em relação ao tema abordado, possibilitando uma estratégia mais eficiente para o professor. Essa abordagem foi efetivamente realizada por meio da observação atenta do educador, que registrou hipóteses sobre como integrar os novos conhecimentos ao que já foi assimilado pelos estudantes.

As questões apresentadas no Quadro 6 podem ser disponibilizadas para os estudantes tanto impressas, como por meio de formulários digitais, como o *Google Forms*. Vale destacar que caso o professor prefira, alterações nas questões podem ocorrer para que elas se transformem em algo mais específico, como questões somente de múltipla escolha, ou que sejam apresentadas de forma mais abrangente, somente com questões dissertativas. O que é apresentado no Quadro 6 são **sugestões**.

Quadro 6 - Possíveis questões para levantamento dos conhecimentos prévios.

1. Você já ouviu falar de Movimento Retilíneo Uniforme?
2. Como você descreveria o movimento de uma moto viajando em uma estrada reta a uma velocidade constante?
3. Alguma vez você percebeu algo se movendo em linha reta por um período prolongado?
4. O movimento de uma escada rolante pode ser classificado como:
 - a. Movimento Retilíneo Uniforme;
 - b. Movimento Retilíneo Uniformemente Variado;

- c. Não Sei
5. Defina o significado da palavra velocidade?
 6. Supondo que você esteja em casa sentado na sala jogando vídeo game. Neste momento você está parado ou em movimento em relação a Terra?
 - a. Parado
 - b. Movimento
 - c. Nenhuma das anteriores
 - d. Não sei
 7. O que significa o termo "uniforme" quando se fala em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)?
 - a. Movimento sem variação de velocidade.
 - b. Movimento com aceleração constante.
 - c. Movimento em linha curva.
 - d. Movimento com velocidade variável.
 - e. Movimento em espiral.
 8. Se você está em pé dentro de um ônibus e o motorista aumenta a velocidade. O que acontece com o seu corpo?
 - a. Seu corpo é projetado para frente;
 - b. Seu corpo fica em repouso;
 - c. Você é lançado para cima;
 - d. Seu corpo é projetado para trás.
 9. O que é MRUV?
 10. Qual a diferença entre MRU e MRUV?

Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

No Quadro 7, estão apresentadas mais algumas **sugestões** de questões que podem ser exploradas utilizando o vídeo para discussões em sala de aula. O vídeo em questão pode ser encontrado no link: <https://www.youtube.com/watch?v=6lcjKPC-k68>, como apresentado no Quadro 1.

Quadro 7 - Propostas de questões relacionadas ao vídeo.

1. No vídeo, qual a situação apresentada de um corpo em MRU?
2. Um corpo pode estar em movimento em relação a determinado referencial, mas em repouso em relação a outro? Explique.
3. No seu dia a dia, você realiza um MRU?
4. Onde você observa um MRU?
5. Por que é importante para nós, entendermos sobre MRU?

Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

5.1 Proposta utilizando o Google Maps

O *Google Maps* pode ser utilizado para explicar/ reforçar conceitos fundamentais da Cinemática como: repouso; movimento; referencial; velocidade; trajetória; deslocamento; escalas de proporção; entre outros. O aplicativo permite simular trajetos e a forma de percorrê-los (a pé, carro, motocicleta e ônibus), de maneira simples e prática. Para auxiliar na realização desta atividade, um passo-a-passo é disponibilizado no Quadro 8, onde o professor pode utilizar a mesma abordagem sugerida, ou então, criar sua própria trajetória para estudo. Novamente, no Quadro 8, é dada uma **sugestão** de uso do aplicativo.

Quadro 8 - Atividade sobre MRU utilizando o *Google Maps*.

ROTEIRO PARA O USO DO GOOGLE MAPS

Para utilizar o *Google Maps*, deve-se entrar no aplicativo, ou acessar o endereço eletrônico:

<https://www.google.com.br/maps/>

Após abrir a *interface* (tela do aplicativo ou *site*), é possível realizar uma simulação escolhendo dois pontos, como apresentado na Figura 7, permitindo explorar as trajetórias possíveis para ir do ponto 1: **Campo Mourão** até o ponto 2: **Colégio Estadual Carlos Drumond de Andrade**, em **Nova Tebas**, utilizando diferentes meios de transporte (a pé, de carro, de bicicleta, etc.), e indicando o tempo estimado para cada uma delas.

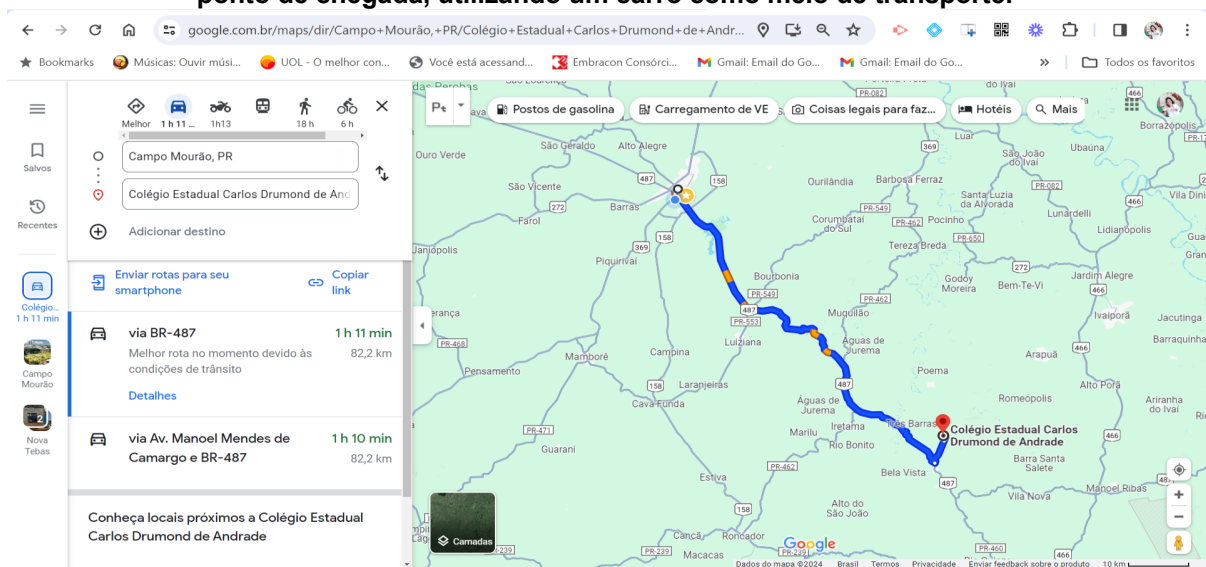
Algumas opções que podem ser exploradas no *Google Maps*:

1. Simule no *Google Maps* o deslocamento da sua casa até o seu colégio (a pé, bicicleta e carro).
2. Anote a distância percorrida e o tempo gasto nas três simulações.
3. Utilizando a escala do *Google Maps*, meça com a régua, o seu deslocamento nas três simulações.
4. Qual a diferença entre distância percorrida e deslocamento?
5. Que outras informações você pode obter com esse simulador?

Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

Na Figura 7 é apresentada uma possível trajetória para a viagem que parte do ponto 1: Campo Mourão, PR e vai até o ponto 2: Colégio Estadual Carlos Drumond de Andrade, Nova Tebas, PR. A partir dela, e com as informações contidas no Quadro 7, é possível que o professor crie novas atividades e explore a ferramenta *Google Maps*.

Figura 7 - Trajetória traçada pelo programa *Google Maps* ao fornecer um ponto de partida e um ponto de chegada, utilizando um carro como meio de transporte.



Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

5.2 Atividade utilizando o software Tracker

O *software Tracker* permite a análise de fotografias e vídeos, facilitando o estudo dos elementos e do movimento que possa estar sendo retratado ali. Através dele é possível determinar o intervalo de tempo entre os quadros/ eventos (vídeo); traçar trajetórias para o movimento gravado; e ainda, gerar tabelas e gráficos com os

dados coletados. Ele requer um pouco de atenção no momento da filmagem e ajustes de vídeo. Informações complementares sobre o *Tracker* podem ser observadas no endereço eletrônico: https://utfpr.curitiba.br/trackerbrasil/?page_id=8.

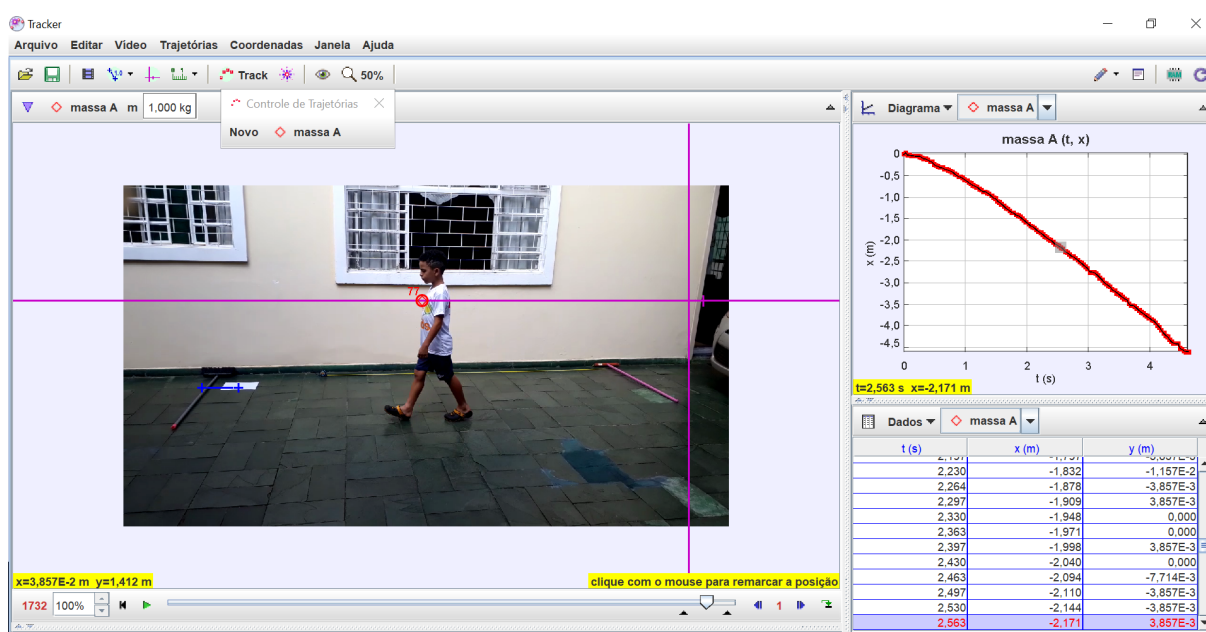
Para realizar os trabalhos com o simulador *Tracker*, é necessário seguir três etapas: primeiro, registrar os eventos que se pretende investigar; em seguida, editar o vídeo para que seja selecionado somente o momento do movimento pretendido e; por fim, desenvolver simulações e analisar os resultados fornecidos pelo programa.

Para registrar o evento, inicialmente é necessário organizar um experimento, cuja cena deverá conter um padrão (algo que se conheça a medida). Pode ser, por exemplo, um aluno caminhando, ou um carrinho percorrendo uma trajetória retilínea por um curto espaço de tempo. A partir disso, deve-se então realizar e filmar o experimento (pelo próprio *smartphone*, se for o caso).

Após ter salvo o arquivo, é dada a opção de utilizar um navegador, no próprio *smartphone*, ou então, utilizar o *software* do *Tracker*, o qual irá exigir um computador para tal.

Por fim, deve-se importar o vídeo pretendido para o aplicativo, obtendo um resultado, no caso de um MRU, por exemplo, parecido com o que pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 - Exemplo de utilização do software *Tracker*. À direita: na parte superior, o gráfico gerado da posição em função do tempo e na parte inferior, a tabela contendo os dados coletados; à esquerda, um quadro do vídeo gravado, com um menino caminhando em MRU.



Fonte: Autor da pesquisa (2024).

No Quadro 9, bem como foi feito anteriormente para o *Google Maps* (Quadro 8), é apresentado um roteiro que pode auxiliar o professor nos trabalhos envolvendo o *software Tracker*.

Quadro 9 - Sugestão de roteiro para uso do simulador *Tracker*.

ROTEIRO PARA O USO DO SIMULADOR *TRACKER*

- Baixe o programa ou abra o *Software Tracker* diretamente no navegador (Disponível em: [https://physlets.org/tracker/.](https://physlets.org/tracker/))
- Abra o vídeo no *Tracker*;
- Exiba os eixos de coordenadas;
- Crie uma régua: Utilize ferramentas como fita métrica com transferidor ou fita de calibração;
- Para criar, pressione Shift e clique no ponto para medição;
- Adicione novos elementos: Pode criar pontos de massa, adicionar valores de massa e habilitar a trajetória automática;
- Selecione o objeto de estudo: Clique no objeto que deseja analisar e observe sua trajetória;
- Grave e analise dados: Grave dados e análise usando as funcionalidades do *Tracker*;
- Marque para plotar os gráficos da Sxt; vxt e axt.
- Se desejar, copie os dados gerados, cole em um programa para análise de dados, como o Excel® ou o planilhas do *Google* e plote os gráficos.
- Faça a análise dos gráficos gerados.

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

5.3 Proposta com o Simulador Walter Fendt: movimento com aceleração constante

O simulador *Walter Fendt* foi escolhido para tratar do movimento com aceleração constante (MRUV). Seguindo os mesmos passos dos aplicativos anteriores, no Quadro 10 é disponibilizado uma sugestão de roteiro que pode ser utilizado pelo professor para facilitar a abordagem e utilização desta plataforma. As sugestões apresentadas são colocadas de forma que os estudantes possam interagir com as simulações, testando hipóteses e visualizando o movimento concomitante à construção dos gráficos deste movimento.

Quadro 10 - Sugestão de roteiro de atividade utilizando o simulador *Walter Fendt*.

ROTEIRO PARA ATIVIDADE COM O SIMULADOR DE MOVIMENTO COM ACELERAÇÃO CONSTANTE DE WALTER FENDT

Procedimentos:

Primeiramente, é necessário acessar o *link* para ter acesso à simulação:
https://www.walter-fendt.de/html5/phpt/acceleration_pt.htm.

Este simulador mostra um carro a mover-se com *aceleração constante*.

Na figura que consta no fim deste quadro, a zona **verde** é onde se encontram os controles do simulador, onde as caixas de texto podem ser alteradas inserindo os valores da *posição inicial*, *velocidade inicial* e *aceleração* (deve-se pressionar "Enter" para validar os dados). Os botões de controle que aparecem na parte superior (*Reset*, *Start*, *Pause* e *Continue*) permitem controlar a simulação e fazê-la retornar aos valores iniciais. A opção "Câmera lenta", permite que o movimento fique dez vezes mais lento.

Na região amarela da figura é possível observar três relógios digitais os quais mostram o tempo decorrido desde o início do movimento, onde o **verde** irá parar quando o carro "passar" no marcador verde e o **vermelho** quando "passar" no vermelho. As barreiras podem ser ajustadas simplesmente ao ser arrastadas para a esquerda ou direita.

Os três gráficos apresentados indicam o movimento:

- *Posição (x) versus tempo (t)* $x = f(t)$
- *Velocidade (v) versus tempo (t)* $v = f'(t)$
- *Aceleração (a) versus tempo (t)* $a = f''(t)$

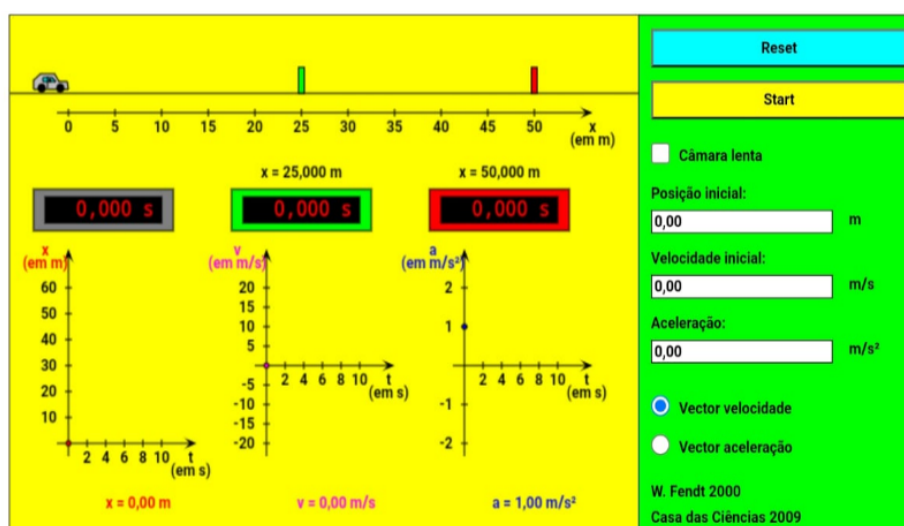
Desenvolvimento:

- I. Insira o valor de 10 m/s para a velocidade e zero para a aceleração. O que se observa? Classifique o movimento.
- II. Posicione o móvel para a posição 10 m, mantendo a velocidade de 10 m/s. O que se observa?
- III. Qual (is) função(s) horária(s) você utilizaria para construir os gráficos da $x.t$, $v.t$ e $a.t$?

- IV. Posicione o móvel para a posição de 50m, alterando a velocidade para - 10 m/s. O que se observa? Classifique o movimento.
- V. Em que situação temos um movimento retilíneo uniformemente variado? Dê exemplos.
- VI. Posicione o móvel na posição inicial 0m, velocidade de 10 m/s e aceleração de 1 m/s^2 . O que se observa? o que mudou para o movimento anterior? Classifique o movimento. Qual (is) função horária você utilizaria para construir os gráficos da $x.t$, $v.t$ e $a.t$?
- VII. Posicione o móvel na posição inicial 10m, velocidade de -10 m/s e aceleração de 1 m/s^2 . O que se observa? o que mudou para o movimento anterior? Classifique o movimento.
- VIII. Posicione o móvel na posição inicial 10m, velocidade de 10 m/s e aceleração de -1 m/s^2 . O que se observa? Classifique o movimento.
- IX. Posicione o móvel na posição inicial 10m, velocidade de -10 m/s e aceleração de -1 m/s^2 . O que se observa? Classifique o movimento.
- X. Teste sua hipótese. Insira valores para x , v e/ ou a . Após clique em start para visualizar os gráficos. Em seguida, em seu caderno, monte uma tabela e construa novamente esses três gráficos. Tire uma foto e insira aqui.
- XI. Comentários/ sugestões.

Figura ilustrativa da interface do simulador

A seguir é apresentada a figura ilustrativa da janela do simulador utilizado.



Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

5.4 Propostas envolvendo outros materiais e plataformas

No Apêndice desta Proposta Didática encontram-se alguns guias e materiais que podem ser utilizados pelo professor na hora de desenvolver novos conteúdos para ser abordado junto a seus estudantes.

Como as propostas não foram aplicadas, como ocorreu com os itens 5.1, 5.2 e 5.3, já apresentados, eles são apresentados como possíveis complementos, devendo ser revisados e adaptados conforme necessidade, visto não terem sido aplicados, podem carecer de ajustes e complementos.

5.5 Questões finais e avaliação dos estudantes

Ao término do conteúdo, é importante avaliar o aproveitamento dos estudantes através de um novo conjunto de questões que englobem tanto os aspectos teóricos, quanto matemáticos, tentando assim averiguar se é possível dizer que houve aprendizagem significativa por parte dos estudantes.

As questões teóricas podem ajudar a consolidar a compreensão do Movimento Retilíneo e suas aplicações, enquanto que as questões que envolvam cálculos matemáticos, ajudarão a praticar a aplicação das equações e conceitos relacionados ao movimento retilíneo. No Quadro 11, que segue, são apresentadas algumas **sugestões** de questões que podem ser utilizadas. Note que no caso das questões puramente teóricas, não é disponibilizado um gabarito, cabendo ao professor avaliar o quão adequada é a resposta dos estudantes em relação ao que se pode esperar deles.

Quadro 11 – Sugestões de questões para serem aplicadas com os estudantes após a conclusão das demais atividades.

QUESTÕES

1) Uma partícula descreve um movimento retilíneo e uniforme. A função horária dos espaços no Sistema Internacional de unidades (S.I.) é: $s(t) = - 2,0 + 5,0.t$. Nesse caso, podemos afirmar que a velocidade escalar da partícula é:

a) -2 m/s e o movimento é retrógrado.

- b) -2 m/s e o movimento é progressivo
- c) 5,0 m/s e o movimento é progressivo
- d) 5,0 m/s e o movimento é retrógrado
- e) -2,5m/s e o movimento é retrógrado

2) Alonso decidiu passear pelas cidades próximas da região onde mora. Para conhecer os locais, ele gastou 2 horas percorrendo uma distância de 120 km. Que velocidade Alonso desenvolveu ao longo do seu passeio?

- a) 70 km/h b) 80 km/h c) 60 km/h d) 90 km/h

3) O movimento uniforme de um corpo é descrito pela seguinte função horária:

$S = 20 + 3t$. O tempo está em segundos e a posição está em metros. Determine:

- a) A velocidade do corpo.
- b) A posição inicial do movimento deste corpo.
- c) A posição deste corpo no instante de tempo 5s
- d) O instante de tempo em que o móvel passará pela posição 50m.

4) Um veículo parte do repouso e adquire aceleração de 2 m/s^2 . Calcule a sua velocidade no instante $t = 5\text{s}$.

R - _____

5) Um automóvel em movimento retilíneo adquire velocidade que obedece à função $v(t) = 15 - 2t$ (no S.I.). Determine:

- a) a velocidade inicial;
- b) a aceleração;
- c) a velocidade no instante 4s.

6) Calcule a aceleração média de um carro, sabendo que sua velocidade varia de 2 m/s para 10 m/s em 2 s.

R - _____

7) Um carro de fórmula 1 encontra-se a uma velocidade de 280 km/h, quando ao avistar uma curva, reduz a velocidade para 80 km/h. Essa diminuição de velocidade ocorre em 4 segundos. Qual a desaceleração do carro nesse intervalo de tempo?

R - _____

8) Se um aluno pede para o professor para ir à secretaria, a distância da sala até a secretaria é de 28 metros e ele gasta 14 segundos para chegar lá. Qual será a sua velocidade?

- a) 5 m/s b) 12 m/s c) 2 m/s d) 6m/s

9) Uma pedagoga sai da sua sala, vai até uma sala de aula, distante 30 metros, falar com o professor e depois volta para sala dela. Qual foi o deslocamento da pedagoga?

- a) 60 metros b) 120 metros c) 0 metros d) 30 metros

10) A velocidade média de uma pessoa andando é de 1 m/s, se ela anda durante 70 segundos qual será a distância percorrida?

- a) 10m b) 70m c) 7m d) 140m e) 120m

11) Explique o que é o Movimento Retilíneo Uniforme e liste suas características principais.

R - _____

12) Como a equação horária do espaço é relacionada à equação horária da velocidade?

R - _____

13) Desenhe e explique o gráfico da posição em função do tempo para um objeto em MRU

R - _____

14) Como o MRU é aplicado em áreas como navegação, transporte e esportes?

R - _____

15) Explique as diferenças fundamentais entre o MRU e o MRUV.

R - _____

Respostas: 1) d; 2) c; 3) a) 3 m/s ; b) 20 m; c) 35 m; d) 10 s; 4) 10 m/s;
5) a) 15 m/s; b) 2 m/s²; c) 7 m/s; 6) 4 m/s²; 7) 50 m/s²; 8) c; 9) c; 10) b.

Fonte: Questões adaptadas de Ramalho, Ferraro e Toledo (2007).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta sequência didática é um recorte de um trabalho maior, uma dissertação de mestrado, na qual procurou-se desenvolver, implementar e avaliar uma abordagem que envolve experimentações e simuladores no contexto do conteúdo de Cinemática. Sua elaboração ocorreu objetivando criar condições que integrassem teoria e prática, buscando alcançar a Aprendizagem Significativa, conforme proposto por Ausubel (2000).

Evidentemente que seu uso como método de ensino vai além de simplesmente motivar os estudantes ou proporcionar uma aula diferente. A simulação é uma atividade que deve ser encarada como algo que desafia o educando, permitindo que ele pense e reflita sobre o problema em questão. Seguindo esta ideia, de Figueiredo (2017) chama a atenção para a importância em interpretar possíveis contribuições dos aplicativos de computador que contêm animações, simulações e laboratórios virtuais na perspectiva sócio-histórica.

Nessa perspectiva, o objetivo de aplicar esta sequência é analisar a importância que representam as experimentações e simulações no contexto do ensino e aprendizagem em sala de aula. Estas ferramentas podem servir mais do que simplesmente para motivar os estudantes, auxiliando-os também a compreender o conteúdo estudado.

As atividades práticas permitem aos estudantes entender conceitos que poderiam levar mais tempo para serem aprendidos apenas teoricamente. Dessa forma, as simulações no processo de ensino-aprendizagem ganham maior validade, permitindo aos alunos aplicar e testar os conhecimentos teóricos adquiridos na escola, onde é de uma grande relevância de o professor considerar o conhecimento prévio dos alunos.

Ao analisar o questionário inicial da Sequência Didática, observamos que os alunos expressaram algumas concepções espontâneas, como a ideia de que é necessária aceleração no movimento e que ela ocorre na mesma direção do movimento. Nesse contexto, é relevante destacar que consideramos o produto gerado e as análises de vídeos como recursos com um potencial significativo para corrigir essas concepções errôneas.

O planejamento das aulas resultou em uma sequência didática que incorporou as tecnologias de comunicação e informação (TDICs), algo cada vez mais presente

no discurso educacional. A combinação dos recursos tecnológicos com a metodologia empregada pode se tornar um recurso valioso para facilitar o processo de aprendizagem.

Observa-se que o uso das análises de vídeos proporcionou aos educandos a visualização das características dos fenômenos físicos, oferecendo uma abordagem diferenciada em relação ao método tradicional, baseado em fórmulas e exercícios descontextualizados.

De mesmo modo, interação dos estudantes com as ferramentas propostas, *software Tracker*, *Google Maps* e o Simulador *Walter Fendt*, se mostrou muito profícua. Estas ferramentas pedagógicas contribuem de forma importante para os professores, impactando positivamente na compreensão dos conteúdos pelos estudantes.

Percebeu-se que, no início das atividades, alguns estudantes enfrentaram desafios, como dificuldades para operar animações e simulações, interpretar dados e entender as perguntas presentes nos documentos de acompanhamento, e, especialmente, para estabelecer conexões entre as perguntas, conceitos e grandezas físicas presentes nas animações e simulações dos objetos gráficos analisados. No entanto, ao longo das atividades, eles conseguiram superar essas dificuldades e realizá-las com sucesso.

Uma premissa apresentada na teoria da Aprendizagem Significativa é a predisposição para aprender, e essa disposição foi claramente evidenciada durante as aulas. A dinâmica nesse aspecto foi notável, como se observou nas respostas dos estudantes e em sua participação ativa, enquanto tentavam fazer inferências durante a utilização dos distintos programas.

O entusiasmo dos estudantes ao responder às perguntas da Sequência Didática e ao interagir com seus colegas e o professor foi perceptível. Essa interação facilitou o estabelecimento de conexões entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio em suas estruturas cognitivas.

Finalmente, foi possível constatar que a abordagem pedagógica adotada e as ferramentas utilizadas foram eficazes para a compreensão dos conceitos de Cinemática. Elas proporcionaram uma aula reflexiva, tendo indícios de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes, quando analisadas a evolução de suas respostas nos questionários aplicados.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. Nova York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton. 1963.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BAPTISTA, M. L. M. **Concepções e implementação de atividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino médio**. 2010. 586 f. Tese (Doutorado) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2010.
- BATISTA, M. C.; FONTES, A. da S.; SCHWERZ, R. C.; NEVES, M. C. D.; GERMANO, E. D. T. **O software Algodoo como possibilidade para o ensino de física**. 1. ed. Maringá: Atena, 2022.
- BATISTA, M. C.; SCHIAVON, G. J.; BATISTA, D. C.; **Física Geral**. Maringá: Unicesumar, 2018.
- CARUSO, F. Estudo da simetria de translação e de suas consequências: uma proposta para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, 2008.
- CONEGLIAN, D. R.; BATISTA, M. C. Uma sequência didática para o movimento retilíneo uniforme (MRU). **Anais do I Simpósio Paranaense de Ensino de Física e Astronomia - I SPEFA**. 2015.
- HALLYDAY, RENICK, WALKER. **Fundamentos de Física Volume 1**, 9. ed., Tradução e Revisão Técnica: Ronaldo Sérgio de Biasi – Rio de Janeiro: LTC, 2012.
- MACÊDO, M. A. R. A equação de Torricelli e o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, p. 4307. 2010.
- RAMALHO, F.; FERRARO, N. G.; TOLEDO, P. A. T. **Os Fundamentos da Física Volumes 1 e 2**, 9. ed., Edição rev. e ampl. - São Paulo: Editora Moderna, 2007.
- SATAKA, M. M.; ROZENFELD, C. C. F. As abordagens-metodológicas de ensino de língua estrangeira no aplicativo Duolingo. **D.E.L.T.A.**, v. 37, n. 2, 2021.
- VERGNAUD, G. A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. **Revistado GEMPA**, Porto Alegre, n. 4, p. 9-19. 1990.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física I: Mecânica**, 12. ed., Tradução: Sonia Midori Yamamoto, São Paulo: Pearson, 2008.

APÊNDICE B – SUGESTÕES DE OUTROS MATERIAIS

Neste APÊNDICE são apresentados alguns materiais que podem ser utilizados pelo professor ao elaborar e construir atividades diferenciadas para aplicar junto a seus estudantes.

1. Plataforma Vascak para o estudo de MRU e MRUV.

Esse simulador é de fácil manipulação e permite visualizar, durante o movimento, a distância percorrida, a sua velocidade e o passar do tempo, enquanto um móvel (carro) se desloca. Nele são disponibilizados ainda, os gráficos de posição versus tempo [$x(t)$], velocidade versus tempo [$v(t)$] e aceleração versus tempo [$a(t)$].

Para ter acesso ao aplicativo, sugere-se que acesse o endereço eletrônico: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pohyb&l=en.

A seguir é fornecida um breve quadro, chamado de Quadro A, com instruções para a utilização do aplicativo.

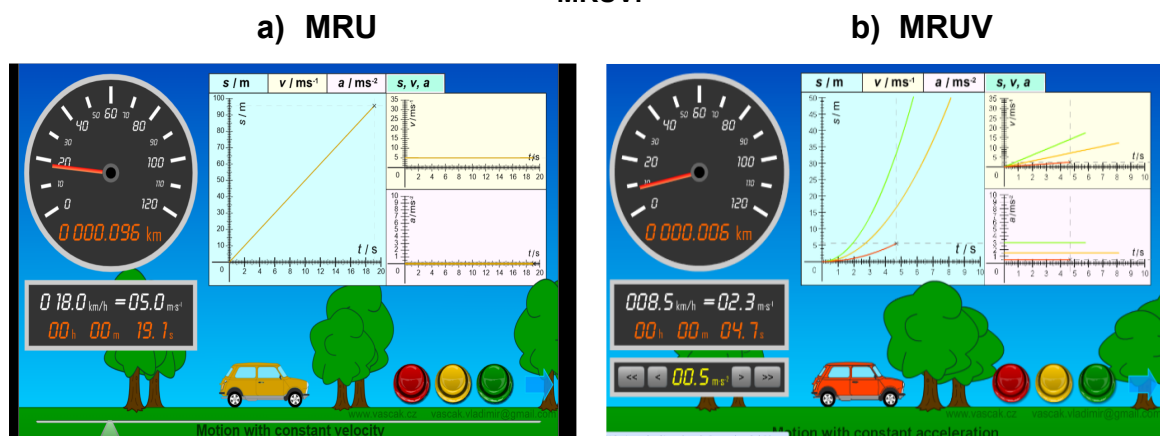
Quadro A. Instruções para utilizar o aplicativo Vascak.

Procedimentos: click no botão verde para iniciar o movimento, e, na tabela de gráficos em: s, v, a, pois dessa forma os três gráficos aparecerão na tela.
Teste suas hipóteses.

Fonte: Autor da Pesquisa (2024).

Na Figura A são apresentadas duas capturas de tela para o simulador Vascak, uma delas para o MRU e outra, para o MRUV.

Figura A - Captura de tela do uso do simulador Vascak utilizado para o estudo de a) MRU, e b) MRUV.



Fonte: Capturas de tela do simulador Vascak.

2. Proposta experimental para estudo do MRU

A prática aqui sugerida é passível de ser realizada em qualquer ambiente. Ela pode ser utilizada com a participação de dois estudantes, tendo como materiais necessários uma trena e um cronômetro. No entanto, se possível, é sugerido que seja realizada com o uso de aplicativos para a realização de medidas de tempo, distância e velocidade, a fim de utilizar as tecnologias disponíveis nos *smartphones* dos educandos. Uma alternativa para tal é o uso do *Tracker*.

No Quadro B são apresentadas as ideias gerais associadas a tal atividade, bem como os materiais e os procedimentos que devem ser adotados para sua realização.

Quadro B – Proposta de atividade experimental para estudo do MRU.**Prática:** Experimento de Movimento Retilíneo e Uniforme (MRU).**Objetivo:** Estudar o MRU, realizar medições, construir gráficos.**Materiais:**

- Cronômetro;
- Trena;
- Giz;
- Papel quadriculado;
- Corpos em movimento (pessoas, bicicleta, carrinho de controle remoto, etc).

Sugestão: Ao realizar essa prática com gravação de vídeo e análise por meio de programa específico (como o Tracker), é possível abrir mão dos materiais, e focar somente no movimento dos corpos. No entanto, ainda se faz necessário ter acesso a uma trena e giz para realizar as marcações.

Procedimento:**Etapa 1:** Determinar a velocidade média dos corpos.

- I. Marque no solo a distância de 5 m.
- II. Utilizando-se de dois corpos, calcule a velocidade de cada um, fazendo-o percorrer esta distância com velocidade fixa e marcando o tempo.
- III. Anote os dados na Tabela A.

Tabela A. Dados da velocidade média dos corpos

Nome	Tempo (s)	Distância (m)	Velocidade média (m/s)	Função horária
1.				
2.				

Onde:

$$G / = \frac{01}{02} \quad (\text{velocidade média}) \quad \text{e} \quad H = HI + G. J \quad (\text{função horária das posições})$$

Etapa 2:

- I. Na trajetória de 5 m, coloque um corpo na posição igual a zero e o outro na posição 1m, ambos se movendo no mesmo sentido.
- II. Calcule o tempo para percorrerem, com a velocidade constante obtida na fase 1, a trajetória até a posição final.
- III. Caso haja encontro, marque a posição onde ele ocorre e o tempo no qual isso ocorre.
- IV. Anote os dados na Tabela B.

Tabela B. Trajetória de 5m.

Nome	Posição inicial (m)	Posição final (m)	Tempo (s)	V_m (m/s)	Posição do encontro (m)	Instante do encontro (s)	Função horária	Aceleração (m/s^2)
1.	0	5						
2.	1	5						

Etapa 3:

- I. Posicione os dois corpos em sentidos opostos e faça com que eles se encontrem na trajetória e continuem seus movimentos.
- II. Marque o instante do encontro, a posição do encontro e tempo gasto por cada um para cada um percorrer a trajetória.
- III. Anote os dados na Tabela C.

Tabela C. Posição dos dois corpos em sentidos opostos

Nome	S_o (m)	S_f (m)	t (s)	V_m (m/s)	S_e (m)	t_e (s)	Função horária	a (m/s^2)
3.	0	5						
4.	5	0						

Análise dos dados:**Utilizando o que foi realizado na Etapa 2, e com o papel milimetrado:**

- I. Monte os gráficos de posição em função do tempo.
- II. Monte os gráficos de velocidade em função do tempo.
- III. Utilize um programa específico para colocar os dados e obter os mesmos gráficos, agora com o auxílio desta interface (planilhas do Google, Excel®, Libre Office, ...)

Utilizando o que foi realizado na Etapa 3, e com o papel milimetrado:

- IV. Monte os gráficos de posição em função do tempo.
- V. Monte os gráficos de velocidade em função do tempo.
- VI. Destaque o momento onde os corpos se encontraram.
- VII. Dê exemplos de situações onde é utilizado o MRU.

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

3. Proposta de atividade com o uso do *software* Algodo

O *software* Algodo possibilita testar várias hipóteses, visualizar gráficos e analisar os valores, tudo simultaneamente à observação do movimento do móvel (carro). Para acessar este aplicativo, sugere-se seguir os passos, conforme descrito

no livro de Batista *et al.*, (2022), disponível gratuitamente no endereço eletrônico: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/o-software-algodoo-como-possibilidade-para-o-ensino-de-fisica>.

No Quadro C, que segue, são apresentadas as ideias centrais que serão sugeridas para se abordar ao utilizar o Algodoo.

Quadro C - Ideias e parâmetros gerais para o estudo do movimento retilíneo e uniforme (MRU) utilizando o Algodoo.

CONTÉUDOS ENVOLVIDOS	MRU e gráficos
OBJETIVO	Construir a simulação; Analisar o comportamento de um objetivo em MRU; Interpretar os gráficos;
CONCEITOS FUNDAMENTAIS	MRU é o movimento de um corpo em trajetória retilínea, na horizontal, com velocidade constante. Trajetória é o lugar geométrico das posições ocupadas por um móvel no decorrer do tempo. As fórmulas que descrevem o movimento são: $G / = \frac{\Delta 3}{\Delta 2} \quad (\text{velocidade escalar média})$ Onde: $\Delta K = K_4 - K_5 \quad (\text{deslocamento ou variação da posição})$ $\Delta J = J_4 - J_5 \quad (\text{intervalo de tempo})$ $!(\#) = K_6 + G. J \quad (\text{função horária das posições/ espaços})$
DESCRIÇÃO DA SIMULAÇÃO	Desenhar um objetivo; Colocá-lo em MRU e;
QUESTÕES A SEREM EXPLORADAS	Simultaneamente ao movimento, gerar os gráficos. I. Quais são as características do movimento de um corpo em MRU? II. Como são as características dos gráficos (y x t); (v x t) e (a x t)? III. O movimento é progressivo ou retrógrado? Justifique. IV. Qual a velocidade do objeto? V. O que se obtém ao calcular a inclinação do gráfico de (y x t)? E a derivada? E a integral? VI. O que se obtém ao calcular a área no gráfico de (v x t)? e a integral?
TESTE SEUS CONHECIMENTOS	Mude o sentido do movimento do bloco; Plote os gráficos e responda: O que mudou na característica dos gráficos e na classificação do movimento?
OBSERVAÇÕES	Na janela do gráfico: 1. Se precisar refazer (limpar o gráfico), clicar em <i>clear</i> ; 2. Se precisar esconder o texto, clicar na seta situada no canto superior esquerdo.

Fonte: Autor da pesquisa (2024).

Construindo a simulação:

Para a construção da simulação deve-se primeiro abrir uma nova cena e em seguida desenhar um retângulo sobre o solo com a ferramenta retângulo. Para ter certeza de que ele está em contato com o solo, clique em *play*, para que, pela ação da força da gravidade, ele caia sobre o solo, e em seguida pause a cena. Clique com o botão direito do *mouse* sobre ele, selecione a opção de “velocidades” e insira um valor velocidade no eixo x (em nosso exemplo será 2,0 m/s).

Em “material”, insira um valor para a massa, que consequentemente o *software* ajusta o valor da densidade de acordo com as dimensões da figura que desenhou. Os outros três parâmetros dentro de “material”, que são “atrito”, “elasticidade” e “atração” devem ser zerados (anulados).

Como o intuito é analisar o movimento sem forças dissipativas, desative a resistência do ar situada na barra inferior da tela. O ícone deve se tornar mais escuro, indicando que está desativado. Por fim, para visualizar o vetor velocidade, deve-se clicar em “visualização” e marcar “visualizar velocidade” na aba “velocidades”.

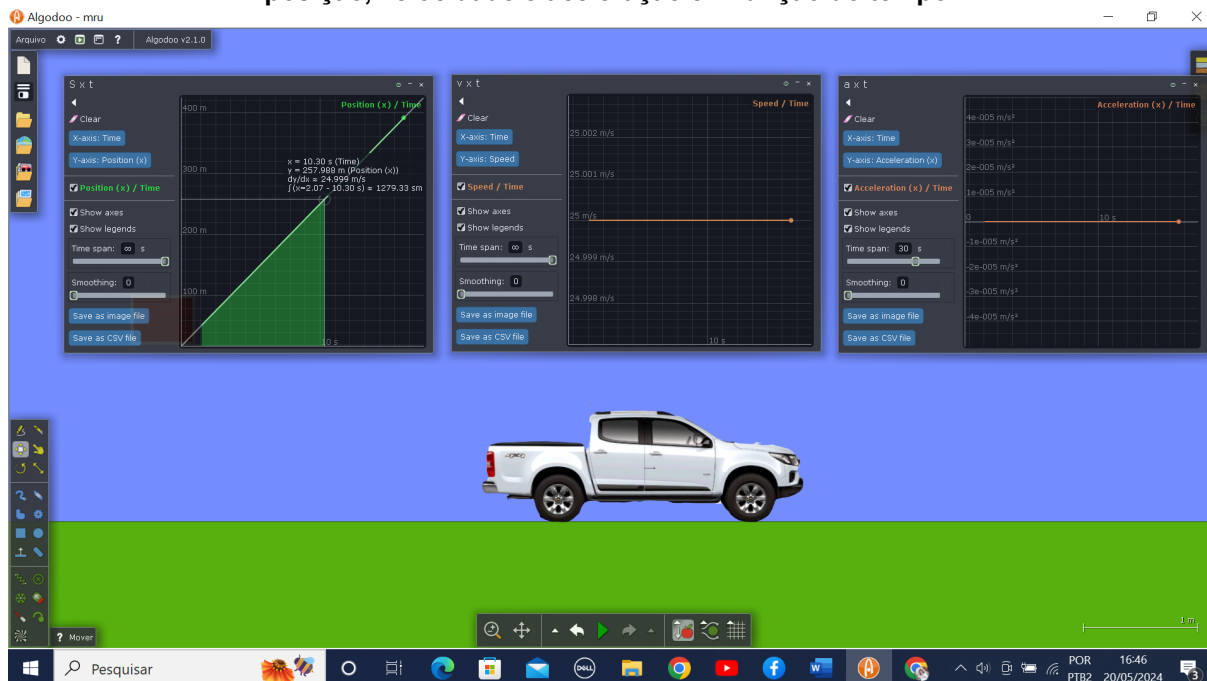
Nesta simulação, como não há forças dissipativas, o corpo tende a sair da tela (deixar de ser visível) após alguns instantes de movimento. No entanto, pode-se evitar este problema procedendo da seguinte forma: clique com o botão direito do *mouse* sobre o bloco; abrirá uma janela; marque opção “seleção”; abrirá uma segunda janela, marque “seguir”.

O Algodoos permite a geração de vários tipos de gráficos durante a execução de uma simulação. Para isto, pode-se clicar sobre o corpo com o botão direito do *mouse* e escolher “*show plot*”. Abrirá uma janela na qual é permitido escolher quais variáveis estarão no eixo x e no eixo y clicando em “X-axis” e “Y-axis”, respectivamente, para surgirem as possibilidades.

Para esta atividade, é escolhida a construção dos gráficos x versus t , v versus t e a versus t . Como o movimento ocorre exclusivamente no eixo x, a velocidade e a aceleração são exatamente as componentes v_x e a_x do movimento (lembrando que o programa também permite escolher diretamente estas componentes para gerar o gráfico). Em “*time span*” altere para o valor máximo, infinito, dessa forma o gráfico ficará sempre visível na tela, já que essa função determina o valor máximo do eixo x para o qual o gráfico é exposto no quadro.

Na Figura B, é apresentada uma cópia de tela da simulação em um determinado momento do movimento e os respectivos gráficos gerados.

Figura B - Recorte da tela do Algodoo com um corpo em MRU e seus respectivos gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo.



Fonte: Fontes, A. S. (2024).

A partir desta simulação, obtêm-se um gráfico de posição em função do tempo com crescimento linear, de acordo com a função horária deste tipo de movimento, e um gráfico de velocidade em função do tempo cuja reta é paralela ao eixo x indicando a velocidade constante, pois se trata de um movimento retilíneo uniforme. No entanto, mesmo sem utilizar o gráfico de v versus t , ainda seria possível obter o valor da velocidade do móvel em qualquer instante do movimento utilizando apenas o gráfico da posição. Isto é possível, pois o *software* permite, ao colocar o cursor sobre qualquer ponto da linha gerada, obter o valor da velocidade em cada ponto, *através da derivada no ponto* e, neste mesmo gráfico, a *integral de área delimitada* pela parte sombreada fornece o deslocamento. Apesar de não ter aceleração, é possível construir o gráfico para mostrar que há movimento no decorrer do tempo como apresentado na Figura B.

Outra forma de obter a velocidade é por meio dos valores dos eixos no ponto escolhido, de acordo com a equação de velocidade média, escolhendo as variações de posição e tempo, Δx e Δt . Após realizada a simulação, salve os “pontos” do gráfico em um arquivo, seguindo o formato .CSV para poder manipulá-los posteriormente, e

salve a simulação na pasta que desejar. Dessa forma todos os gráficos e a simulação serão salvos.

4. Proposta de atividade prática de MRU no estudo do movimento de uma arruela

A proposta desta prática é ser algo simples e que pode ser realizado com materiais de baixo custo, permitindo estudar o MRU. No Quadro D são apresentadas as ideias gerais, bem como os procedimentos experimentais e ideias de atividades para ser abordada junto aos estudantes.

Quadro D - Proposta de atividade experimental para estudar MRU com arruelas.

Prática: Movimento retilíneo uniforme (movimento da arruela).

Objetivo: Estudar o movimento de uma arruela e determinar a relação entre distância percorrida e tempo gasto para o movimento.

Material:

- Barra rosqueada 3/8”;
- 2 Arruelas lisa 3/8”;
- Bloco de Madeira com furo 3/8” no centro;
- Cronômetro;
- Régua ou trena;
- Papel quadriculado.

Na Figura que segue, é apresentada a forma como o sistema deve ficar após sua montagem.



Fonte: Caneglian (2024).

Procedimento:

- I. Divida a barra em espaços, de 10cm cada.
- II. Após, coloque a arruela na posição 0 cm. Em seguida, abandone a arruela.
- III. Comece a cronometrar o tempo a partir do momento que ela atinge a posição 10 cm (que será sua posição inicial) até parar na posição 20 cm, ou seja, percorrer a distância de 10 cm.
 - a. ***Ela terá velocidade não nula no ponto zero escolhido.***
- IV. Repita o procedimento para medir o tempo gasto pela arruela para percorrer 20 cm, 30 cm, 40 cm e assim sucessivamente.
- V. Anote todos os dados na **Tabela D**.
- VI. Meça 3 vezes cada teste e faça a média.

Tabela D. Tempo gasto para o alcance de cada posição pela arruela.

ΔS (cm)	t (s)				v_m (cm/s)
	1	2	3	Média	
10 = (20-10)					
20 = (30-10)					
30 = (40-10)					
40 = (50-10)					
50 = (60-10)					

Fonte: Autor de pesquisa (2024).

Análise dos dados:

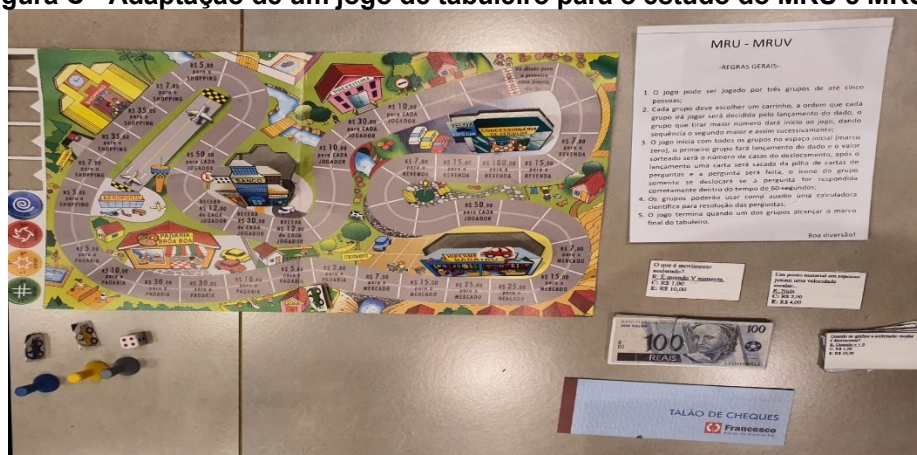
1. Calcule a velocidade média em cada trecho.
2. Que tipo de movimento a arruela realiza? Explique.
3. Faça os gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo.
4. Por meio do gráfico obtenha a velocidade do movimento.
5. Escreva a função horária deste movimento.
6. Insira uma arruela na posição inicial 0 cm e outra na posição inicial 10 cm e marque o tempo para cada uma percorrer 10 cm; 20 cm e assim sucessivamente.
7. Anote os dados na Tabela D e trace os gráficos de posição, velocidade e aceleração em função do tempo, colocando as duas arruelas juntas no mesmo gráfico.
8. Comente sobre o que se observa ao comparar os gráficos de posição em função do tempo das duas arruelas.

Fonte: Fontes, A. S. (2024).

5. Proposta de atividade para o estudo do MRU e MRUV com jogo de tabuleiro

Os jogos educativos podem ser utilizados para avaliar, de forma lúdica, o conhecimento dos estudantes, de forma interativa e envolvente. Eles devem conter perguntas e respostas sobre os conceitos básicos do conteúdo, onde os estudantes avançam as casas, ou, ganham pontos, por respostas corretas. O tabuleiro pode ser feito pelos estudantes em qualquer tipo de material (cartolina, EVA, papelão) ou, também pode ser um jogo comprado e adaptado, conforme apresentado no modelo da Figura C.

Figura C - Adaptação de um jogo de tabuleiro para o estudo do MRU e MRUV.



Fonte: Fontes, A. S. (2022).

6. Proposta de trabalho para ser desenvolvido pelos alunos

Em sala de aula, os estudantes deverão ser organizados em grupos para elaborarem e posteriormente, apresentarem os conteúdos de MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) e MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado). Visando uma abordagem mais dinâmica e participativa no estudo desses temas fundamentais da cinemática.

Dessa forma, eles poderão fortalecer sua compreensão e habilidades em Física, preparando-se para enfrentar desafios mais complexos no estudo da Ciência. Os estudantes podem realizar um experimento simples para demonstrar o MRU. Por exemplo, podem usar carrinhos de brinquedo em uma pista reta e medir o tempo que levam para percorrer diferentes distâncias. Eles podem registrar os dados, plotar gráficos posição-tempo e discutir como os resultados confirmam o MRU.

Eles podem ainda coletar dados de movimentos reais em situações do cotidiano, como o deslocamento de veículos em uma estrada reta, o movimento de um elevador ou até mesmo o movimento de pessoas caminhando em linha reta. Eles podem analisar esses dados, calcular velocidades médias e discutir se os movimentos observados se enquadram ou não no MRU.

Usando *softwares* de simulação ou até mesmo linguagens de programação simples, os estudantes podem criar simulações de MRU ou MRUV. Eles podem ajustar parâmetros como velocidade inicial, tempo decorrido e distância percorrida, e observar como esses parâmetros afetam o movimento.

Outra proposta é que eles podem pesquisar aplicações práticas do MRU ou MRUV em diversas áreas, como em áreas de Engenharia, Física, transporte e esportes. Eles podem preparar um relatório detalhado sobre como o movimento é usado em cada uma dessas áreas, destacando exemplos específicos e explicando os princípios envolvidos.

A criação de vídeos educativos explicando os conceitos do movimento de forma clara e interessante é ainda mais uma alternativa que pode ser abordada. Eles podem usar animações, exemplos práticos e até mesmo demonstrações ao vivo para ilustrar os princípios do movimento retilíneo uniforme e/ ou variado.

Os estudantes podem participar de um debate em sala de aula discutindo conceitos relacionados ao movimento, como a diferença entre velocidade e aceleração, as limitações do MRU em descrever movimentos reais e as aplicações práticas do MRU em diferentes contextos.

Essas são apenas algumas sugestões de trabalhos sobre os movimentos retilíneos que os alunos podem apresentar. Esses podem ser adaptados de acordo com o nível de escolaridade e interesse dos envolvidos, bem como recursos disponíveis.