

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JOSEMAR DA SILVA DE OLIVEIRA

INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA COM SUPORTE DE ANIMAÇÕES EM SCRATCH

MEDIANEIRA

2022

JOSEMAR DA SILVA DE OLIVEIRA

INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA COM SUPORTE DE ANIMAÇÕES EM SCRATCH

Introduction to Kinematics with support of animations in Scratch

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Aparecido Zara.

MEDIANEIRA

2022



[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.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira



JOSEMAR DA SILVA DE OLIVEIRA

INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA COM SUPORTE DE ANIMAÇÕES EM SCRATCH

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 Maio de 2022

Dr. Reginaldo Aparecido Zara, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Elizandra Sehn, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Fernando Jose Gaiotto, Doutorado - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 17/05/2022.

Dedico este trabalho à minha família, pelo conforto e incentivo nos momentos difíceis.

AGRADECIMENTOS

Essa dissertação é fruto de uma luta incansável por condições melhores de vida, denotando o primeiro passo de uma família humilde pela busca do conhecimento. Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por me conceder saúde e discernimento para chegar até aqui.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Reginaldo Aparecido Zara, por me acompanhar nessa trajetória e compartilhar sua sabedoria.

Aos docentes do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, da UTFPR – Campus Medianeira.

A minha mãe, meu pai e minha irmã que mesmo com os contratempos da vida, estão presentes de alguma maneira.

Aos meus colegas de sala, em especial meus amigos Adenauro Martini, Debora Regina Schmidt e o José Adriano de Araújo Ribeiro, pelo companheirismo e as divertidas viagens.

Aos meus amigos, em especial ao Tiago Rodrigues Rocha que sempre ouviu meus anseios e me incentivou nas dificuldades.

Aos demais familiares, em especial a minha prima Aline Dutras de Oliveira pelo incentivo nos estudos.

Aos meus alunos, que são a minha razão pela luta por educação pública e de qualidade.

Por fim, e de maneira especial, a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES 001), pelo apoio financeiro que permite a existência do MNPEF.

“Educação é uma descoberta progressiva de
nossa própria ignorância.” (Voltaire)

RESUMO

Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de um Produto Educacional, na forma de uma Sequência Didática (SD), para a discussão de conceitos de Cinemática do Movimento com alunos do Ensino Médio. O Produto Educacional busca explorar as ideias introdutórias de Cinemática, tendo como suporte animações criadas em Scratch. Aliada às animações, a SD prevê a utilização de diferentes recursos didáticos que possibilitam uma aprendizagem significativa. A SD proposta foi aplicada na modalidade de ensino remoto, para uma turma de 1ª Série do Ensino Médio de uma Escola Cívico-Militar do estado do Paraná. Participaram efetivamente da atividade um total de 8 alunos. Os resultados foram analisados de forma qualitativa, denotando uma motivação maior dos estudantes com aulas mais dinâmicas. A análise do material produzido pelos alunos durante a execução das atividades sugere indícios de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: cinemática; Scratch; tecnologias no ensino de Física; sequência didática.

ABSTRACT

This work describes the development of an Educational Product, in the form of a Didactic Sequence (DS), for the discussion of concepts of Kinematics for high school students. The Educational Product seeks to explore the introductory ideas of Kinematics, supported by animations created in Scratch. Allied to animations, DS provides for the use of different teaching resources that enable meaningful learning. The proposed SD was applied in the form of remote teaching, for a class of 1st Grade of High School of a Civic-Military School in the state of Paraná. A total of 8 students effectively participated in the activity. The results were analyzed qualitatively, denoting a greater motivation of students with more dynamic classes. The analysis of the material produced by the students during the execution of the activities suggests signs of a meaningful learning.

Keywords: kinematics; Scratch; technology in Physics teaching; didactic sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Página inicial do Scratch.....	25
Figura 2 - Repouso x Movimento.....	31
Figura 3 - Deslocamento entre os pontos P e Q.....	31
Figura 4 – Visões de um mesmo movimento.....	32
Figura 5 - Plano Cartesiano.....	33
Figura 6 – Posição e Deslocamento.....	35
Figura 7 – Animação sobre Movimento e Repouso.....	44
Figura 8 – Movimento Relativo.....	45
Figura 9 – Plano cartesiano.....	46
Figura 10 – Velocidade Média.....	46
Figura 11 – Atividade (Aula 01 e 02).....	57
Figura 12 –Visões dos diferentes observadores.....	60
Figura 13 – Atividade (Aulas 03 e 04).....	61
Figura 14 –Atividade (Aulas 05 e 06).....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Funções horárias para o movimento unidimensional.....	39
Quadro 2 - Questões para levantamento de conhecimentos prévios	42
Quadro 3 – Síntese das animações: objetivos e potencialidades	47
Quadro 4 – Síntese da organização da Sequência Didática	49
Quadro 5 – Respostas atribuídas pelos alunos às questões do pré-teste	53
Quadro 6 – Descrição qualitativa das respostas ao pré-teste	54
Quadro 7 – Questão 01 (Animações 01 e 02)	57
Quadro 8 – Questão 02 (Animações 01 e 02)	58
Quadro 9 – Questão 03 (Animações 01 e 02)	59
Quadro 10 - Questão 01 do Pós-teste.....	63
Quadro 11 - Questão 02 do Pós-teste.....	65
Quadro 12 - Questão 03 do Pós-teste.....	66
Quadro 13 - Questão 04 do Pós-teste.....	67
Quadro 14 - Questão 05 do Pós-teste.....	68
Quadro 15 – Resposta à questão 1 do questionário metodológico.....	69
Quadro 16 – Resposta à questão 2 do questionário metodológico	70
Quadro 17 – Resposta à questão 3 do questionário metodológico.....	71
Quadro 18 – Resposta à questão 4 do questionário metodológico	71
Quadro 19 – Resposta à questão 5 do questionário metodológico	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA - ASPECTOS PEDAGÓGICOS	19
3.1 O Ensino de Física com a inclusão das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC).....	19
3.2 Teoria da Aprendizagem Significativa.....	22
3.3 Animações no Ensino de Física e o Scratch	24
4 CINEMÁTICA: ALGUNS CONCEITOS ABORDADOS	26
4.1 O movimento: um passeio histórico de Aristóteles a Galileu.....	26
4.2 Sistemas referenciais e trajetória	29
4.3 Posição	32
4.4 Deslocamento.....	35
4.5 Velocidade média	35
4.7 Aceleração	38
5 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL.....	41
5.1 Levantamento de concepções prévias (Pré-Teste).....	41
5.2 As animações em Scratch.....	44
5.3 Organização da Sequência Didática.....	49
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
6.1 Aplicação do Produto Educacional em sala de aula.....	52
6.2 Aplicação do Pré-Teste.....	52
6.3 Aplicação das atividades com as animações.....	57
6.4 Questionário Pós-Teste	62
6.5 Questionário didático-metodológico.....	69
6.6 Dificuldades encontradas/melhorias na proposta	73
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS.....	77
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL.....	80

1 INTRODUÇÃO

O cenário educacional atual é marcado por uma ruptura devido à pandemia SARS-COV2 (COVID19), marcada pela abrupta acentuação de ações educativas associadas à chamada “era digital”, na qual as informações estão ou deveriam estar acessíveis de forma remota. Já em 2015, Gómez (2015, p. 14) dizia que “na era da informação digitalizada, o acesso ao conhecimento é relativamente fácil, imediato, onipresente e acessível” e nesse sentido era fundamental que as práticas e metodologias de ensino fossem reavaliadas, buscando formas de fomentar o interesse a cativar os estudantes nessa nova realidade.

A utilização de ferramentas tecnológicas informatizadas se torna essencial para os professores, e por isso devem ser ampliadas as discussões e realizações de atividades com novas ferramentas de ensino.

Outra questão também a ser discutida no processo de uso de tecnologias para o ensino é a dificuldade de compreensão dos conteúdos da área de Física, Química e Matemática pelos estudantes, com atenção a como os recursos tecnológicos podem favorecer o ensino e a aprendizagem dessas disciplinas. No que tange ao Ensino da Física, observa-se uma aversão inicial à disciplina (RICARDO e FREIRE, 2007; MENEGOTO e FILHO, 2008), vista muitas vezes como “bicho-de-sete-cabeças” praticamente intransponível, e que exige um nível abstração para a compreensão de alguns conteúdos. Torna-se então necessário romper com essa concepção inicial do estudante a respeito da Física, mostrando a importância da compreensão dos fenômenos físicos, deixando de lado a excessiva “matematização” do conteúdo e dando ênfase na compreensão dos conceitos e suas implicações sobre os fenômenos avaliados.

Como exemplo, podemos citar o objeto deste trabalho, a Cinemática, que é a parte da Física que investiga os movimentos sem preocupar-se com as causas e tem na matemática uma ferramenta importante para a análise dos movimentos e que, por isso, acaba sendo mais bem percebida pelos estudantes do que os conceitos físicos associados. Uma das alternativas para amenizar essa situação, pode ser a utilização de recursos didáticos tecnológicos que enfatizam primeiro a observação qualitativa dos conceitos físicos relacionados e sua interpretação, antes de partir para sua descrição matemática.

De acordo com Fiolhais e Trindade (2003, p.259), são conhecidas diversas dificuldades que os alunos apresentam na compreensão dos fenômenos físicos, e colocam entre as razões do insucesso na aprendizagem a utilização de métodos de ensino desajustados, assim como a falta de conhecimentos pedagógicos modernos por parte do professor. Considerando necessidade de buscar formas de minimizar o insucesso escolar, principalmente nas ciências exatas, tem sido conduzido um trabalho crescente e diversificado para incorporação computador como ferramenta auxiliar para o ensino de Física (FIOLHAIS e TRINDADE, 2003; ANGOTTI, 2013; MORTALE, CORRADO e GOMES, 2017).

Para Zara (2011), trabalhar com simulações computacionais pode ser muito útil na compreensão de modelos físicos, sendo que estes facilitam a manipulação, identificação e controle de variáveis muito mais rapidamente do que em sistemas físicos reais ou efetuados sob controle em laboratório. Essa utilização de simulações pode ser vista como uma das alternativas para amenizar a excessiva “matematização do conhecimento”, na qual os fenômenos são testados apenas por meio de fórmulas matemáticas, permitindo ao usuário-simulador propor e testar hipóteses, variar parâmetros e observar dependências entre variáveis e grandezas de forma rápida, segura e com baixo custo monetário.

Neste trabalho apresentamos como diferencial uma proposta de sequência didática com suporte de animações em Scratch (SCRATCH, 2019) para o ensino dos conceitos introdutórios de cinemática, em nível de Ensino Médio. Esta sequência didática constitui-se como uma ferramenta auxiliar para o estudo de cinemática, à qual podem ser incorporados recursos metodológicos teoricamente fundamentados visando a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos.

Com a sequência didática proposta neste trabalho, o professor pode ter à sua disposição um roteiro de atividades, com sugestões de materiais didáticos e atividades que podem ser utilizadas em suas aulas, assim como a apresentação de quatro animações construídas em Scratch, as quais podem ser adaptadas de acordo com seu planejamento de ensino. Desse modo, este trabalho pretende fornecer uma ferramenta auxiliar aos professores no ensino e aprendizagem dos conceitos introdutórios em cinemática, tendo como suporte a utilização de recursos tecnológicos ao Ensino de Física.

A proposição deste trabalho foi pautada no desenvolvimento de atividades que possam proporcionar uma aprendizagem significativa dos estudantes ou seja, baseia-

se na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (AUSUBEL, 2003).

De acordo com Ausubel, citado por Moreira (2012, p.8), existem duas condições para a aprendizagem significativa: a primeira é que o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e, a segunda, é que o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. Com isso, para a elaboração desta sequência didática procuramos propor atividades que exijam do usuário refletir sobre suas ações durante execução das simulações, esperando que, com esta atitude reflexiva, as ações a serem desempenhadas e os resultados delas provenientes, captados através da observação do fenômeno, façam sentido ao usuário. Desta forma, espera-se que sejam atribuídos significados tanto às ações sugeridas quanto aos fenômenos observados, levando ao aprimoramento dos conhecimentos prévios à elaboração de novos conceitos sobre o fenômeno investigado. Quanto à predisposição em aprender, esta deve ser estimulada pelo professor, o qual deve propor uma situação de aprendizagem potencialmente significativa, levando em consideração o contexto em que o aluno está inserido, exigindo assim o planejamento adequado por parte do professor, que deve observar quais são os conhecimentos prévios do estudante, tendo a ciência de que os novos conhecimentos devem se relacionar com os já existentes, sendo a sequência didática um recurso instrucional auxiliar inserida neste planejamento.

Segundo Zabala (1998, p.18), uma sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”. Nesse sentido, o Produto Educacional (PE) apresentado neste trabalho possui a forma de sequência didática e está relacionado com a TAS, que busca considerar os conhecimentos prévios ou espontâneos dos estudantes com relação aos conceitos introdutórios de Cinemática.

Para a composição da SD foram desenvolvidas quatro animações em Scratch, relacionadas com os conceitos introdutórios de Cinemática. As animações permitem a manipulação de variáveis de interesse físico e observação da dependência do fenômeno com a variável manipulada, ressaltando, quando possível, a relação de dependência entre variáveis e grandezas de interesse ao fenômeno investigado. A primeira animação explora as primeiras ideias sobre movimento e repouso e, em complemento, a segunda animação aborda as diferentes visões de diferentes

observadores sobre o mesmo fenômeno, destacando a questão da necessidade de sistemas referenciais para a descrição adequada do fenômeno observado. A terceira animação tem cunho de manipulação, e visa retomar os conceitos de plano cartesiano, assim como as ideias de posição, descrição de trajetória e definição de deslocamento. A quarta animação, também de cunho manipulativo, explora os conceitos de velocidade e velocidade média.

Durante o desenvolvimento das atividades relacionadas ao tema, em conjunto com as animações foram utilizados outros recursos didáticos, tais como slides, vídeos, textos e a apresentação e discussão de situações-problema, buscando estimular a participação dos alunos e manter o interesse pelo tema.

Com o propósito de apresentar o desenvolvimento da SD, a descrição da aplicação em situação real de ensino e a discussão dos resultados observados, este texto foi organizado da seguinte forma. Após essa introdução, detalhamos no Capítulo 2 os objetivos e as justificativas para a execução do trabalho. O Capítulo 3 é dedicado à apresentação de referenciais teóricos, incluindo uma breve introdução à Teoria da Aprendizagem, com ênfase nos aspectos que dão suporte ao Produto Educacional. No Capítulo 4 apresenta-se os referenciais físicos que norteiam a dissertação e o Produto Educacional, especificamente a Cinemática. Já no Capítulo 5 realizamos a descrição detalhada do Produto Educacional, destacando as animações construídas e seus objetivos educativos. A aplicação do PE em sala de aula é relatada no Capítulo 6, assim como os resultados observados e discussões sobre as atividades propostas. Em conclusão no Capítulo 7 são apresentadas as considerações finais sobre a SD e sua aplicabilidade em sala de aula.

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo auxiliar na compreensão dos conceitos introdutórios de Cinemática, usando como suporte animações desenvolvidas em Scratch (SCRATCH, 2019). Conforme Freitas Filho (2008), a animação consiste em empregar técnicas matemáticas em computadores com o propósito de imitar um processo ou uma operação do mundo real. Sendo assim, quando se elabora uma animação, é necessário construir um modelo matemático que seja capaz de representar uma situação real, o que permite ao aluno compreender os fenômenos apresentados. Para atingir o objetivo proposto, o Produto Educacional (PE) descrito neste trabalho foi elaborado na forma de Sequência Didática (SD), pois possibilita a integração de vários materiais didáticos nas atividades programadas, visando favorecer a compreensão dos conceitos de Cinemática.

A ideia principal do PE está na utilização de recursos tecnológicos, que sejam de fácil manipulação e compreensão por parte dos alunos e professores. O recurso escolhido foi o Scratch, que é uma linguagem de programação criada em 2007 pelo Media Lab do MIT (<https://scratch.mit.edu/>) e que permite explorar a lógica de programação por pessoas leigas no assunto. Baseada em um tipo de programação visual com scripts feitos com blocos pré-programados, o Scratch permite a criação de uma variedade de situações incluindo jogos e animações por pessoas que não tem familiaridade com a programação de computadores. O usuário pode criar as suas próprias histórias, jogos e animações interativos e ainda participar de redes colaborativas, compartilhando as suas criações com outros usuários.

A SD está estruturada em momentos e organizada de forma que se possa utilizar os seguintes instrumentos:

- Questionário pré-teste, que visa o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema;
- Quatro animações desenvolvidas em Scratch para abordar os conceitos introdutórios de Cinemática;
- Questionário pós-teste, para analisar a efetividade da proposta através do levantamento de indícios de aprendizagem.

De acordo com Napolitano e Lariucci (2001, p.119), a abordagem do conteúdo sobre Cinemática no Ensino Médio tem sido marcada por algumas características que

podem ser prejudiciais ao ensino da Física tais como: o tempo excessivo dedicado ao tema, muitas vezes em detrimento do estudo de outras temáticas relevantes como a Dinâmica e a Gravitação; a falta de experimentação por e com os alunos; dificuldades de visualização concreta dos movimentos por parte dos alunos, reduzindo, às vezes, sua aprendizagem a um conhecimento abstrato e infrutífero de um grande número de fórmulas e terminologias, sem correlação com a natureza.

Por outro lado, devemos destacar a importância da abordagem deste conteúdo, sendo muitas vezes, o primeiro contato formal do estudante com a disciplina de Física na escola e que pode tanto corroborar a visão preconceituosa da Física como uma disciplina difícil, contribuindo para a aversão do aluno em relação a esta Ciência, quanto para despertar no estudante as aptidões para o aprendizado, estimulando o gosto pela Ciência. Ao abordar a cinemática, por exemplo, pode-se mostrar que os tipos de movimento estudados existem no cotidiano, estabelecendo relações com as situações vividas pelos alunos e mostrando que, às vezes de forma espontânea, se utiliza diariamente de conceitos físicos relacionados ao tema. Existe um leque de opções que um educador pode incorporar ao seu planejamento de atividades visando melhorar a compreensão do aluno e despertar o possível gosto pelo assunto abordado. A prática, seja ela experimental ou na forma de simulações, é uma das opções, pois nela o educando pode observar os fenômenos, construir e testar hipóteses e construir conhecimento.

Assim, desde este primeiro contato com a disciplina, o ensino de Física deve ser realizado de forma a mostrar aos alunos que essa ciência está presente em nosso dia a dia, que ela é nossa companheira mesmo que muitas vezes não nos damos conta. Relacionar conteúdos, levar experimentos para sala de aula, mostrar como que funciona na prática faz com que o aluno se motive e tome gosto pelo assunto estudado. Por isso, espera-se que a proposta possibilite aos estudantes uma alternativa para compreender os conceitos introdutórios de Cinemática, fundamentais para compreender diversos pontos da Física Clássica, estendendo-se também temáticas mais modernas, como a Teoria da Relatividade Especial, para a qual a compreensão dos conceitos sobre a importância dos sistemas referenciais, movimentos relativos são fundamentais.

Desta forma, a escolha do conteúdo de Cinemática vem ao encontro de sua importância no cotidiano, representando os modelos dos movimentos dos corpos com baixa velocidade e de dimensões macroscópicas, situações que estão presentes em

nosso cotidiano, onde seu correto entendimento, além de formalizar o conhecimento inicial sobre a Física, explora alguns dos fundamentos epistemológicos sobre os quais o conhecimento científico é construído (NAPOLITANO; LARIUCCI, 2001).

Nesse contexto, é necessário considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, os quais muitas vezes são baseados em concepções espontâneas, muitas vezes equivocadas em relação aos modelos atualmente aceitos e que por isso, devem ser convertidos em conceitos científicos mais sólidos e adequados. Conforme Figueira (2010, p.4):

As concepções acerca do mundo são construídas pelos alunos a partir do seu nascimento e os acompanham também em sala de aula, onde os conceitos científicos deveriam ser inseridos sistematicamente no processo de ensino e aprendizagem. Essas concepções carregam uma conotação simplista de interpretação dos fenômenos ou preceitos científicos.

Nesse sentido, o Produto Educacional (PE) busca considerar quais são as concepções espontâneas prévias e/ou espontâneas sobre os conceitos introdutórios de Cinemática. Por isso, a primeira atividade é o levantamento dos conhecimentos prévios por meio de um questionário pré-teste para, posteriormente iniciar a abordagem do conteúdo com suporte das animações em Scratch. Lembrando que a proposta se fundamenta na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS).

No próximo Capítulo apresenta-se brevemente alguns dos aspectos da TAS enfatizados neste trabalho, juntamente com o referencial teórico necessário para a compreensão dos detalhes da proposta.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA - ASPECTOS PEDAGÓGICOS

Neste capítulo será apresentada uma breve fundamentação teórica dos aspectos físicos e educacionais que embasaram a construção desse trabalho. Embora não seja aprofundada, os aspectos discutidos são importantes para a compreensão do trabalho, seus objetivos e intenções.

Inicialmente apresenta-se algumas discussões sobre o Ensino de Física e a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), com destaque ao cenário brasileiro, discutindo algumas potencialidades para aplicação da tecnologia para o ensino de Física.

Na sequência tem-se uma síntese de aspectos da teoria da aprendizagem que fundamenta este trabalho, que é a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel, com ênfase na necessidade de obter os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema para que se possa explorar os conceitos de forma mais assertiva.,

Por fim, contextualiza-se a utilização de animações no Ensino de Física, buscando apresentar o Scratch como uma ferramenta potencial para o ensino dos conceitos introdutórios de cinemática.

3.1 O Ensino de Física com a inclusão das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC)

O acentuado avanço tecnológico observado nas últimas décadas, com a implementação cada vez mais intensa de oferta de serviços on-line e em tempo real impacta diretamente na vida das pessoas e sua influência nas atividades de ensino não pode passar despercebida. Com o aumento na disponibilidade e a crescente facilidade no acesso às informações, o uso das tecnologias tornou-se um item essencial para o desenvolvimento da sociedade, embora deva-se observar a relação de dependência que temos desenvolvido em relação a essas tecnologias, cuidando para que esta dependência não se estabeleça nas atividades de ensino.

Nesse sentido, destacamos que a tecnologia deve ser vista como uma ferramenta auxiliar, que pode potencializar o processo de ensino e de aprendizagem, mas lembrando que este processo pode prescindir destas ferramentas. Conforme Kenski (2007, p.43):

Tecnologia e educação são conceitos indissociáveis. Segundo o dicionário *Aurélio*, a educação diz respeito ao “processo de desenvolvimento da capacidade física, intelectual e moral da criança e do ser humano em geral, visando à sua melhor integração individual e social”. Para que ocorra essa integração, é preciso que conhecimentos, valores, hábitos, atitudes e comportamentos do grupo sejam ensinados e aprendidos, ou seja, que se utilize a educação para ensinar sobre as tecnologias que estão na base da identidade e da ação do grupo e que se faça uso delas para ensinar as bases da educação.

O contexto educacional deve se apropriar das ferramentas tecnológicas e mudanças relacionadas à implantação de novas tecnologias têm sido observadas nas ações de cunho educativo, tanto por iniciativas docentes motivadas pela inovação nas formas de ensinar os conteúdos da grade curricular quanto à revelia das iniciativas docentes, oriundas de políticas governamentais que visam a modernização do ensino. Novas plataformas de ensino, laboratórios de informática, distribuição de equipamentos, disponibilização de *softwares* educacionais e internet, têm sido iniciativas usadas para exploração de recursos das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) para auxiliar a ação docente de ensinar e a aprendizagem dos alunos.

Mesmo antes da popularização do uso da Internet e seus recursos on-line atualmente disponíveis, Valente (1995) apontava que a implantação da informática na educação dependia de três requisitos básicos: o computador, o *software* educativo e o professor capacitado para utilizar o computador em sala de aula. Segundo o mesmo autor, o *software* educativo tem sua importância assim como os outros requisitos mencionados anteriormente, pois sem ele, o computador jamais poderá ser utilizado como ferramenta educacional.

Valente (1995) destaca ainda que os softwares educativos utilizados na escola não devem substituir as atividades educacionais já existentes, mas, sim, ser uma “ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino” (VALENTE, 1995, p. 6). Embora esta argumentação tenha mais de duas décadas, os requisitos e observações de Valente permanecem válidas, necessitando apenas a incorporação de alguns poucos adendos modernizadores. Assim, podemos colocar entre os requisitos o acesso a um serviço de Internet estável e veloz. Além disso, o termo computador precisa ser estendido a todos os dispositivos que permitam o acesso à Internet e com capacidade técnica de executar os *softwares* e aplicativos, como laptops, tablets e smartphones.

Nesse sentido, a utilização do computador é umas das ferramentas pesquisadas e utilizadas pelos professores para o ensino de Física. Há cerca de duas décadas, Fiolhais e Trindade (2003) destacam que entre as principais justificativas para a utilização do computador no ensino de Física poderiam ser citadas a aquisição e análise de dados por computador, a modelagem de situações e simulações, realidade virtual e internet. Um dos pontos mais destacados pelos autores é a simulação computacional, que acabou, mais tarde, ganhando impulso com a popularização do acesso à internet e a possibilidade de desenvolver e usar aplicativos de simulação de fenômenos, não só em Física, mas também em áreas como a Química e a Biologia, e multidisciplinares em diversas plataformas.

A Física é uma das disciplinas curriculares na qual os alunos apresentam elevado grau de dificuldade de compreensão, e por isso os estudos relacionados às propostas de minimização dessas dificuldades são frequentes, e muitas vezes apontam para o papel dos professores em encontrar ou adaptar metodologias que venham auxiliar superação das dificuldades enfrentadas. Desta forma, a utilização das tecnologias no Ensino de Física é apontada como potencial ferramenta para colaborar na aprendizagem significativa desses estudantes. Segundo Araújo e Abid (2003, p.176):

As dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino em geral e particularmente o ensino de Física não são recentes e têm sido diagnosticados há muitos anos, levando diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores a refletirem sobre suas causas e consequências.

As reflexões sobre as dificuldades encontradas no Ensino de Física podem ser uma tarefa árdua para os educadores, porém, é fundamental que essa análise possibilite buscar propostas pedagógicas que tragam aos alunos uma educação voltada ao desenvolvimento crítico. Essas propostas pedagógicas mediadas pelas tecnologias não podem ser apenas uma de várias opções para “cativar” os alunos, mas como forma de buscar ensinar, de forma inovadora, os antigos (porém, válidos) conteúdos científicos, tendo como objetivos a busca pela construção do conhecimento e desconstrução de alguns paradigmas da educação atual.

“A prática docente deve responder às questões reais dos estudantes, que chegam até ela com todas as suas experiências vitais, e devem utilizar-se dos mesmos recursos que contribuíram para transformar suas mentes fora dali. Desconhecer a interferência da tecnologia, dos diferentes instrumentos tecnológicos, na vida cotidiana dos estudantes é retroceder a um ensino baseado na ficção” (SANCHO, 1998, p.40).

Neste cenário, a busca por minimizar as dificuldades encontradas no Ensino de Física, encontram-se alternativas como a abordagem por meio de atividades experimentais práticas aliada uma vertente mais recente que é a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) na criação de atividades didáticas.

3. 2 Teoria da Aprendizagem Significativa

Ao considerar o processo de ensino e aprendizagem, o professor deve levar em consideração a estrutura cognitiva de seus alunos, podendo dessa forma propiciar o desenvolvimento de estratégias para que a aprendizagem seja efetivada. Nesse sentido, a estrutura cognitiva pode ser entendida como o conteúdo total de experiências e a organização de ideias do indivíduo, ou, no contexto da aprendizagem de um conteúdo é a organização de ideias do indivíduo nessa área particular do conhecimento (MOREIRA, 2006).

No ambiente de sala de aula é muito importante que o professor leve em consideração as “bagagens” que os alunos possuem, as quais formam a estrutura cognitiva de cada indivíduo. David Ausubel é um representante da teoria do cognitivismo, proponente de uma teoria para a aprendizagem, na qual os indivíduos desenvolvem um processo de armazenamento de informações específicas que poderão ser manipuladas futuramente, podendo acomodar novos conhecimentos.

Na teoria criada por David Ausubel em meados dos anos 1960, o principal conceito é a Aprendizagem Significativa, que pode ser compreendido como

Um processo através do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-litera) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. Neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel chama de "conceito subsumtor" ou, simplesmente "subsumtor", existente na estrutura cognitiva de quem aprende (MOREIRA, 2009, p. 8).

A Aprendizagem Significativa ocorre quando o indivíduo consegue significar os conceitos inerentes à aprendizagem, levando em consideração os atributos pessoais. Sendo assim, uma aprendizagem que não leva em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, não pode ser considerada aprendizagem significativa e sim mecânica, que é aquela na qual os conceitos aprendidos não interagem com os conceitos prévios existentes na estrutura cognitiva (MOREIRA, 2009, p. 9-10).

Na teoria de Ausubel, a promoção da aprendizagem significativa, necessita que a programação do conteúdo a ser ensinado obedeça basicamente a dois princípios básicos: a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa*.

A diferenciação progressiva para Moreira (2009, p. 65) é “o princípio segundo o qual as ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, diferenciados em termos de detalhe e especificidade”. Já a reconciliação integrativa é o princípio programático segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes”. (IBID. p. 65).

Segundo Moreira (2012, p.20), existe outro aspecto que geralmente deve ser considerado quando se fala em facilitação da aprendizagem significativa: os organizadores prévios. De acordo com o autor, Ausubel propõe os organizadores prévios como um recurso instrucional para aqueles alunos que não têm os subsunçores adequados para significar o novo conhecimento.

Com relação aos organizadores prévios, não existe uma definição precisa sobre eles, e nem poderia existir pois está relacionada a especificidade de cada indivíduo. Podemos analisar os organizadores como materiais introdutórios, que tem por objetivo relacionar os conhecimentos prévios que o aluno possui, com aqueles que ele deveria ter para que a aprendizagem fosse potencialmente significativa (MOREIRA, 2012).

De acordo com Ausubel, citado por Moreira (2012, p.21) além da diferenciação progressiva, da reconciliação integrativa e dos organizadores prévios, é importante o uso dos princípios da organização sequencial e da consolidação como facilitadores da aprendizagem significativa. O primeiro deles permite que o aluno possa organizar seus subsunçores hierarquicamente, ou seja, quando a disciplina é organizada em tópicos sequenciais que dependem um do outro, de maneira natural. Já a questão da consolidação tem relação com o domínio dos conteúdos prévios, antes de abordar novas estruturas de conhecimento. Nesse caso, é importante tomar cuidado com relação aos domínios de conteúdo, para não acabar desenvolvendo apenas uma aprendizagem mecânica.

Em suma, pode-se concluir que o Ensino de Física baseado em uma Aprendizagem Significativa, pode ser uma das abordagens que facilitem a aprendizagem, pois ela leva em conta os conhecimentos prévios dos alunos, os quais irão construir conceitos com os novos conhecimentos aprendidos.

3.3 Animações no Ensino de Física e o Scratch

No Brasil a imersão das tecnologias nas atividades de ensino é incipiente quando comparada a países mais desenvolvidos. As iniciativas de mudanças para inserção das tecnologias no contexto educacional ainda ocorrem de forma aleatória, e não como resultados de políticas educacionais duradouras, especialmente na escola pública, e isso influencia de maneira direta a insatisfação e participação dos alunos durante as atividades escolares.

Uma das primeiras experiências da utilização do computador acontece no modelo idealizado por Skinner, a “máquina de ensinar”, onde o objetivo era apenas a transmissão de informações em uma determinada sequência (VALENTE, 1999). No entanto, conforme Valente (1993), o computador não é um instrumento que ensina o aprendiz, mas sim uma ferramenta potencial de desenvolvimento, sendo que a aprendizagem ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por meio de um recurso tecnológico.

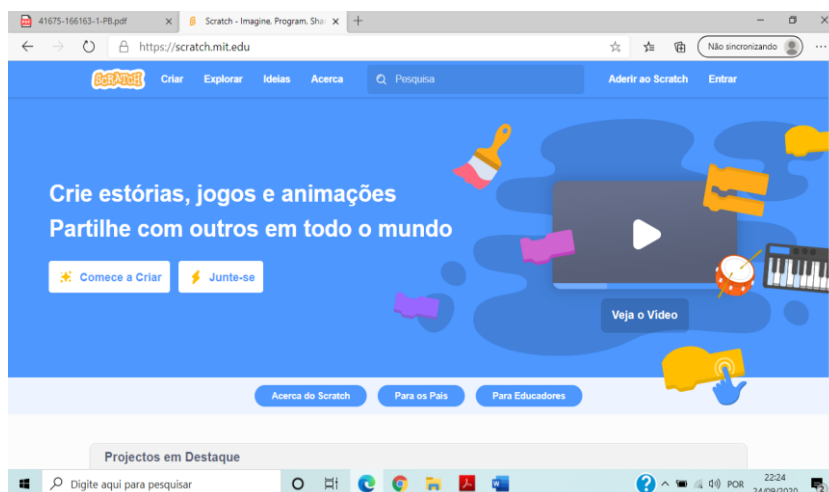
Atualmente, os computadores estão bem mais evoluídos e dispõem de muitas ferramentas que podem colaborar para uma aprendizagem significativa. Dentre as inúmeras possibilidades, podemos destacar a recente imersão de animações interativas no Ensino de Física, prática que favorece o desenvolvimento da criatividade e autonomia dos alunos.

Segundo Borcelli (2008), a animação interativa pode ser definida como um filme de computação gráfica que utiliza modelos matemáticos para simular um evento específico, permitindo ao usuário interagir, através da manipulação de variáveis que alteram o resultado da simulação, possibilitando a visualização de situações que dificilmente seriam acessíveis em laboratórios didáticos.

Podem ser encontrados diversos *softwares* ou aplicativos para o desenvolvimento de animações, em língua portuguesa, para fins didáticos, e que conseqüentemente podem ser utilizadas no Ensino de Física. Nesse sentido, temos a apresentação do Scratch que é um *software* que trabalha com blocos lógicos, sons e imagens, possibilitando aos usuários o desenvolvimento de animações interativas, histórias e jogos. Esse programa possui versões online e off-line, sendo que na versão online é possível o compartilhamento de trabalhos. O Scratch é um projeto desenvolvido pelo *Lifelong Kindergarten Group do Massachusetts Institute of*

Technology/MIT Media Lab, e disponibilizado no site: www.scratch.mit.edu , sendo idealizado por Mitchel Resnick.

Figura 1 - Página inicial do Scratch



Fonte: Site do Scratch (2021)

O programa dispõe de uma linguagem de programação intuitiva, e é disponibilizado em versões em Português. Essa é uma ferramenta que pode ser utilizada pelo professor para deixar suas aulas mais atrativas e dinâmicas, possibilitando aos alunos a construção do próprio conhecimento. As animações podem ser maneiras mais didáticas de demonstrar alguns conceitos físicos, aliado sempre a outras ferramentas.

4 CINEMÁTICA: ALGUNS CONCEITOS ABORDADOS

O estudo dos movimentos, suas causas e os conceitos relacionados à força e massa são objeto da Mecânica. A Cinemática é um ramo da Mecânica que lida com a descrição e caracterização do movimento sem preocupar-se com as causas (TIPLER e MOSCA, 2012, p.27).

Na Cinemática pode-se considerar qualquer corpo como uma partícula, e assim estudar seu movimento, desprezando seu tamanho, forma e movimento interno. Em geral, o estudo da cinemática do movimento envolve quatro grandezas fundamentais: deslocamento, velocidade e aceleração e intervalos de tempo, porém, aspectos conceituais, como noções de repouso, movimento relativo e sistemas de referências, sobre a física dos fenômenos em investigação são imprescindíveis para uma descrição adequada. Desta forma, neste Capítulo dedicamos atenção à uma descrição dos principais aspectos da cinemática envolvidos na execução deste trabalho. Salientamos que esta breve revisão tem como foco os conceitos explorados no Produto Educacional proposto, de forma que não exaure todos os conceitos que podem ser abordados no estudo da cinemática.

4.1 O Movimento: Um passeio histórico de Aristóteles a Galileu

Aristóteles (384-322 a.C.) foi um filósofo grego considerado por muitos historiadores como precursor da Ciência como conhecemos hoje. Por meio de suas observações empíricas, ele procurou explicar os fenômenos naturais ocorridos na Terra e no espaço, e propôs uma variedade de teorias para explicar o Universo por ele observado, tratando inclusive dos movimentos dos corpos (ROSA, 2012).

A concepção de Aristóteles de movimento, e em particular de um movimento natural, é parte fundamental da sua cosmologia. Ela está relacionada com a forma que se imaginava a constituição da matéria e com a ideia de que os elementos constituintes do Mundo possuíam lugares definidos no universo físico.

Aristóteles adotou as ideias de outro filósofo grego sobre a constituição do Mundo. Por volta do século V a.C. Empédocles introduziu a ideia de que tudo que existe no universo seria composto por quatro elementos principais: terra, fogo, ar e água, dando origem à teoria dos quatro elementos. Aristóteles retomou essa ideia e acrescentou que cada um desses elementos tinha um devido lugar e procurava permanecer nele ou retornar para ele caso fosse deslocado. Estes elementos

buscavam se auto-organizar em uma estrutura hierárquica natural sendo que a terra estava no centro dos quatro elementos, em seguida vinha a água, acima vinha o ar e, por último, acima de todos, o fogo (ROSA, 2012).

Para Aristóteles, um objeto que fosse trasladado de sua posição natural para outra posição diferente de sua posição hierárquica executava um movimento espontâneo de retorno (chamado de movimento natural), buscando restabelecer sua posição na estrutura organizacional dos elementos, pois faz parte da natureza do elemento que constitui o corpo evoluir desta maneira.

É importante ressaltar que a teoria aristotélica não explicava apenas os movimentos naturais, mas também propunha a explicação para os movimentos violentos ou forçados, definidos como aqueles que são contrários ao movimento natural dos elementos, ou seja, que perturbam o ordenamento hierárquico. A existência do movimento violento estava condicionada a uma ação permanente externa ao corpo: uma vez cessada a causa do movimento violento, o corpo passava a executar o movimento natural. Nesse sentido, a descrição do movimento sempre está associada a uma causa (natural ou violenta) que determina como um determinado corpo se move.

Conforme aponta Porto e Porto (2021), Aristóteles não define diretamente a velocidade como a razão entre distância percorrida e tempo dispendido neste trajeto. Valendo-se do antigo pensamento de que a validade de uma comparação quantitativa entre magnitudes de grandezas requer essencialmente que estas fossem grandezas de mesma natureza, traçou comparações entre distâncias percorridas em dois movimentos distintos, bem como entre os intervalos de tempo correspondentes, fazendo uma comparação entre movimentos locais e estabelecendo relações de rapidez e lentidão entre eles.

As ideias contidas na descrição aristotélica do movimento perduraram até que Galileu apresentasse sua sistematização sobre os conceitos fundamentais de uma nova mecânica, descrita na obra *Discurso sobre Duas Novas Ciências*. No entanto, é um erro imaginar que durante todo o período de domínio da física aristotélica não tenham sido incorporados avanços significativos na descrição e explicação sobre as condições sob as quais os movimentos ocorrem. De fato, embora a Idade Média seja pobre em termos de desenvolvimentos científicos, especialmente no Ocidente, nesse período podem ser encontradas discussões conceituais sobre a física aristotélica que sugerem ideias que muito se assemelham ao nosso entendimento atual sobre os

movimentos. Traços de algumas dessas ideias podem ser identificados (com maior ou menor intensidade) na própria descrição galileana do movimento (ROSA, 2012).

Durante o século XII desenvolveu-se na Europa Ocidental um fenômeno econômico, social e cultural chamado pelos historiadores de Primeiro Renascimento, marcado, no campo científico, por dois fatos principais: o surgimento das primeiras Universidades e alterações das circunstâncias históricas e geopolíticas que permitiram o acesso a obras científicas (originais ou traduções) e filosóficas da antiguidade grega e árabe.

Assim, no campo da Física, entre as épocas de Aristóteles e Galileu há o desenvolvimento de um conjunto de conceitos que refletem diferentes visões de mundo e que fornecem a base necessária à compreensão da Mecânica como entendemos hoje. Ao elencar os comentários ou as considerações dos estudiosos da obra de Aristóteles, não se pode deixar de citar os filósofos Hiparco de Nicéia (130 a.C.) e Filiponos de Alexandria (Século VI) como críticos da física aristotélica, sendo este último um precursor da ideia da força impressa, revisitada séculos mais tarde pelo filósofo árabe Avicena (980-1037) e pelo teólogo italiano Francisco de Marchia já no século XIV. Especula-se que o trabalho de Marchia pode ter influenciado o francês Jean Buridan (1300-1358) no desenvolvimento da chamada teoria do impetus, a partir dos questionamentos à dinâmica aristotélica acessíveis de forma escrita nas obras que precedem.

A teoria do impetus por sua vez, foi mais tarde utilizada por Alberto da Saxônia (1316-1390), um seguidor das ideias de Buridan, para explicar o movimento de um projétil lançado horizontalmente ou obliquamente. Ainda no contexto do movimento balístico de projéteis, destacam-se as ideias exploradas nos estudos desenvolvidos pelo engenheiro e agrimensor Niccolò Tartaglia (1500-1557) e nos quais tece considerações teóricas de que a trajetória bidimensional de um projétil é sempre curva. Sua argumentação é baseada na hipótese de que há sempre um pouco de gravidade afastando o projétil da sua linha de movimento”, mas suas ideias tiveram pouca receptividade no meio científico da época pois eram por demais ousadas para serem aceitas (PEDUZZI, 2011).

Destaca-se então que a síntese de Galileu para a descrição do movimento dos corpos possui um conjunto de autores predecessores, muitas vezes com ideias conflitantes com os conceitos galileanos, mas imprescindíveis para desenvolver a argumentação necessária para a formulação e defesa da teoria.

Embora seja indiscutível o mérito de Galileu em sistematizar os conceitos fundamentais da nova mecânica, rompendo definitivamente com os conceitos da física aristotélica, não se pode negar que o percurso histórico do estudo dos movimentos revela a ciência como construção gradual e coletiva.

4.2 Sistemas Referenciais e Trajetória

A ideia de movimento é relativa, pois para definir se o corpo está em movimento ou repouso, necessita-se de um referencial inercial. A questão do Movimento relativo é um tópico imprescindível para compreensão dos conceitos da Teoria da Relatividade Restrita, apresentada por Einstein. De fato, na Relatividade Restrita, além de o conceito de movimento ser relativo (isto é, depender do sistema de referência), outras grandezas físicas são também relativas, como caso da posição de uma partícula. Einstein foi o primeiro a perceber que o intervalo de tempo entre a ocorrência de dois eventos é uma grandeza relativa, ao diferindo do que é considerado na Mecânica Clássica. No entanto, tanto na Física Moderna quanto na Física Clássica, para que o movimento possa ser descrito é necessária a compreensão do referencial nas visões dos diferentes observadores e a construção desta compreensão passa pelo estudo da cinemática.

Quando se diz que um corpo está em movimento, deve-se descrever em relação a que outro corpo, sua posição se altera à medida que o tempo passa, pois o conceito de movimento é relativo, ou seja, depende do corpo adotado como referência. Para formalizar a descrição do movimento como um modelo matemático composto por um conjunto de relações matemáticas entre as grandezas que descrevem o sistema e o tempo (considerado como variável independente), é necessário introduzir os conceitos de ponto material e de sistema de referência.

No estudo da cinemática é comum considerar o corpo que se move como uma partícula, desprezando sua massa, formato e tamanho. Neste caso, pode-se dizer que o corpo está representado como um ponto material (para o as dimensões são desprezíveis). Se o corpo não puder ser considerado como ponto material, ele será considerado corpo extenso (dimensões são consideradas). Para avaliar se um corpo pode ser considerado como um ponto material pode-se comparar suas propriedades com as do seu entorno e com as grandezas de interesse. Como exemplo, considere que o corpo que se move é um trem, com dezenas de metros de comprimento. Para

avaliar o tempo de viagem deste trem (grandeza de interesse) entre duas cidades distantes por algumas dezenas de quilômetros (entorno do trem), o comprimento do trem é irrelevante. Porém, se o interesse é avaliar o tempo necessário para atravessar um viaduto ou cruzar uma rodovia é necessário considerar o comprimento do trem. Com isso, no primeiro caso, no cálculo do tempo de viagem o trem pode ser considerado como um ponto material, o que não ocorre no segundo caso (FUKE, 2013).

Da mesma forma, para descrever o movimento da Terra em torno do Sol não é necessário levar em conta o tamanho do planeta ou seu movimento de rotação, ou seja, pode-se considerar a Terra como um ponto material que se desloca pelo espaço. Destaca-se ainda que esta idealização se limita ao estudo do movimento de translação de corpos rígidos, pois todas as partículas que constituem o corpo rígido sofrem o mesmo deslocamento.

Já o sistema de referência (ou simplesmente referencial) é todo o sistema de coordenadas em relação ao qual se podem especificar as coordenadas da posição de um ponto material. Assim, podemos enunciar o conceito de movimento de modo mais preciso: um ponto material está em movimento em relação a um dado referencial, quando sua posição observada neste referencial varia no decorrer do tempo (FUKE, 2013).

Chamando de referencial ou sistema de referência o ente (objeto matemático ou um objeto físico) em relação ao qual identificamos se um corpo está em movimento ou em repouso, podemos tecer algumas considerações nos permitem estabelecer a noção de movimento e repouso de um ponto material:

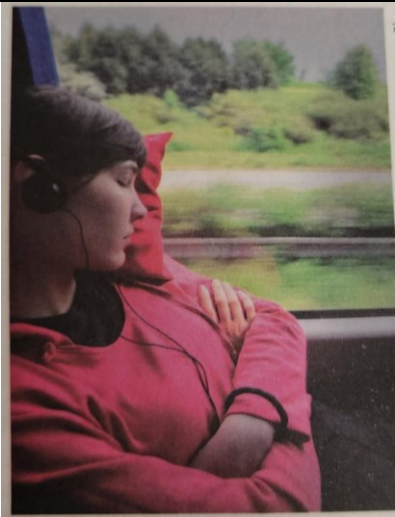
- Um ponto material está em movimento em relação a um referencial quando sua posição observada neste referencial muda com o passar do tempo.

- Um ponto material está em repouso em relação a um referencial quando sua posição observada neste referencial não muda com o passar do tempo.

Sendo assim, devemos observar que o movimento é um fenômeno físico no qual um móvel muda de posição, com o passar do tempo, em relação a um referencial adotado. O fenômeno físico Repouso é aquele em que o móvel mantém a mesma posição, no decorrer do tempo, em relação a determinado referencial.

Como exemplo podemos observar na figura 2 a seguinte situação: Um passageiro viaja dormindo em um ônibus leito.

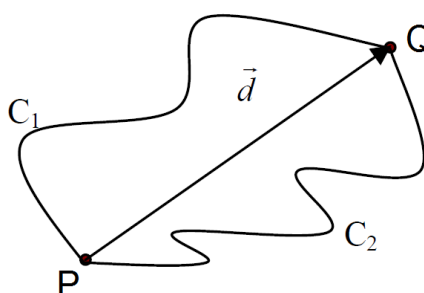
Figura 2 - Repouso x Movimento

	<p>Situação de movimento: Durante a viagem, o passageiro está em movimento em relação à rodovia, juntamente com o veículo.</p>
	<p>Situação de repouso: O passageiro, mesmo com o ônibus se deslocando pela estrada, está em repouso em relação ao veículo</p>

Fonte: Kazuito e Fuke (2010)

Quando um ponto material se move em determinado referencial, partindo de um ponto P e chegando a um ponto Q depois de um tempo t, deve existir um caminho que conecta os pontos P e Q. O conjunto de posições ocupadas por um ponto material enquanto se desloca entre P e Q é denominado como trajetória, ou seja, a trajetória de um corpo pode ser entendida como o caminho que ele percorreu durante sucessivos instantes de tempo, ao longo de seu movimento. Note, porém, que dados dois pontos, podem existir diferentes caminhos ou trajetórias descritas, conforme ilustrado pelas curvas C_1 e C_2 na Figura 3.

Figura 3 - Deslocamento entre os pontos P e Q

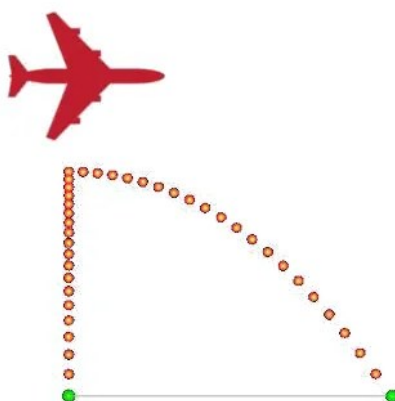


Fonte: Autoria própria (2021)

É interessante ressaltar também que a forma da trajetória descrita por um objeto também depende do referencial adotado. Quando se analisa a trajetória de um objeto em movimento a partir de referenciais diferentes, eles podem apresentar visões diferentes do mesmo movimento. Como exemplo simples, a figura 4, ilustra a situação

em que um avião que libera uma carga durante o voo. Nessa ilustração é possível observar as diferentes descrições de trajetórias para carga, vistas por um observador passageiro do avião (referencial em movimento em relação ao solo) e por um observador que está no solo (em repouso em relação ao solo), ou seja, em diferentes referenciais.

Figura 4 - Visões de um mesmo movimento



Fonte: Silva (2017)

Para o observador passageiro do avião, a trajetória observada é retilínea enquanto o observador que está no solo é uma curva. Essa situação denota que para um corpo em movimento, dependendo do referencial, trajetórias diferentes podem ser apontadas por diferentes observadores.

4.3 Posição

Tendo em mente que estamos procurando formalizar matematicamente conceitos relacionados ao estudo do movimento, podemos lançar nosso olhar para a escolha dos referenciais a partir dos quais podemos descrever o movimento. Para isso, torna-se muito valiosa a utilização do chamado sistema cartesiano.

O Sistema Cartesiano foi criado pelo matemático René Descartes e utilizado por ele para representar graficamente expressões algébricas. A sua utilização mais simples é a de representar graficamente a localização de pontos em um determinado plano bidimensional. Através dele também se pode representar um segmento de reta ou um triângulo, por exemplo.

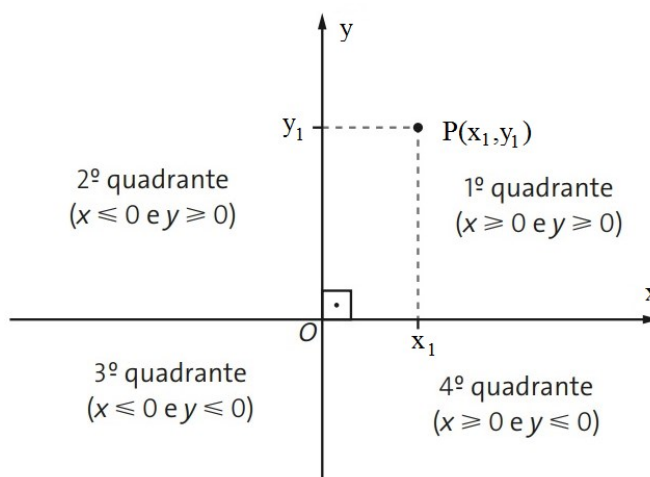
O plano cartesiano é composto de duas retas perpendiculares e orientadas, uma horizontal e outra vertical, formando um ângulo de 90 graus, conforme ilustrado

na Figura 5. É comum nomear a reta horizontal como eixo das abscissas e representá-la pela letra x . Da mesma forma, a reta vertical, é chamada de eixo das ordenadas e associada à letra y .

Os eixos podem ser graduados, ou seja, associados a retas numéricas onde se pode associar a cada ponto um número real, de tal forma que nenhum desses números seja utilizado duas vezes na reta.

O ponto localizado no cruzamento dos eixos é chamado de origem do sistema de coordenadas cartesianas, e é representado por $O(0, 0)$. Para alguma aplicação específica é conveniente escolher uma unidade de medida e um sentido positivo para o eixo.

Figura 5 - Plano Cartesiano



Fonte: Santana (2022)

Conforme pode ser observado na figura o eixo x e o eixo y divide o plano em quatro regiões denominadas quadrantes e numerados, por convenção, no sentido anti-horário. A região do canto superior direito é o primeiro quadrante, a região à sua esquerda, do outro lado do eixo y é o segundo quadrante. Abaixo deste temos o terceiro quadrante e à sua direita, ou seja, abaixo do primeiro temos o quarto quadrante.

A representação de pontos neste plano é feita através de pares ordenados, onde o primeiro número se refere à abscissa e o segundo a ordenada. Na Figura plano, o ponto P é identificado no plano cartesiano indicando o valor da abscissa (x_1) e da ordenada (y_1), cujos valores são medidos tomando como referência a origem O .

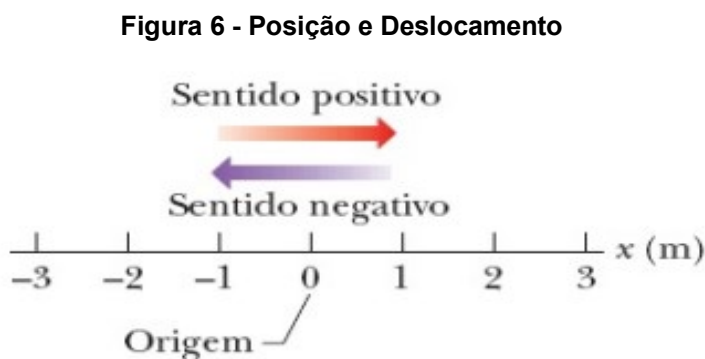
O sistema cartesiano pode ser facilmente generalizado para representar pontos no espaço tridimensional, incluindo um terceiro eixo (z) perpendicular aos eixos x e y .

Porém, para compreender os principais conceitos relacionados à cinemática, a representação no plano bidimensional é suficiente. Lembramos ainda que o sistema cartesiano não é o único sistema de referências possível. Outros sistemas são igualmente úteis para localização de pontos no espaço, como o sistema geográfico baseado em latitude e longitude, além de sistemas de coordenadas polares e coordenadas esféricas. A escolha do sistema de referência é arbitrária, cabendo ao investigador julgar qual o mais adequado para o problema em estudo.

Assim, conceitualmente um ponto material está em repouso em relação a certo referencial quando as suas coordenadas (x, y, z) medidas neste referencial, permanecem sem variação no decorrer do tempo. Se pelo menos uma de suas coordenadas varia com o tempo, pode-se concluir que ele está em movimento em relação ao referencial adotado (CALÇADA e SAMPAIO, 1998, p.3).

Helou et. al. (2007) definem o referencial como um corpo (ou um conjunto de corpos) em relação ao qual são definidas as posições de outros corpos. Assim, quando se descreve o movimento de um corpo em um sistema de referência, é necessário compreender a sua posição e como ela varia ao longo do tempo.

Em relação a posição, Halliday, Resnick e Walker (2016) argumentam que localizar um objeto significa determinar a posição do objeto em relação a um sistema de referência que, no caso unidimensional, pode ser a origem (ou ponto zero) de um eixo. O sentido positivo do eixo é o sentido em que os números (coordenadas) que indicam a posição dos objetos aumentam de valor. Na grande maioria dos casos, esse sentido é para a direita e o sentido oposto é o sentido negativo, conforme ilustrado na Figura 6.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2016)

4.4 Deslocamento

Neste sistema de referência unidimensional podemos associar o deslocamento a uma mudança de posição entre a uma posição inicial (x_1) e uma posição final (x_2), expressando matematicamente na Equação (1):

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

No caso particular em que a trajetória é retilínea e sem inversão no sentido de movimento, o módulo do deslocamento deverá coincidir com a distância percorrida pelo corpo. Já para avaliar o conceito de deslocamento em um plano requer que cuidados sejam tomados. Enquanto o conceito de deslocamento decorre da definição de movimento, o conceito de distância percorrida decorre da definição de trajetória. Para discutir este caso, retomamos a representação indicada na Figura 3. Um corpo partindo do ponto P pode alcançar o ponto Q pelo caminho C1 ou pelo caminho C2. Em ambos os casos o deslocamento do corpo, é indicado pelo vetor que une os dois pontos P e Q e só depende deles.

Assim, em um sistema de referência em que podemos determinar o vetor posição $\vec{r}_p = (x_1, y_1)$ do ponto P e o vetor posição $\vec{r}_q = (x_2, y_2)$ do ponto Q, definimos o vetor deslocamento \vec{d} como $\vec{d} = \vec{r}_p - \vec{r}_q$ sendo o módulo de \vec{d} a distância linear entre P e Q.

As distâncias percorridas, por sua vez, dependem do comprimento de cada uma das trajetórias (caminhos 1 e 2). A compreensão da distinção entre deslocamento e distância percorrida é importante para a quantificação de uma outra grandeza associada ao movimento, a velocidade.

4.5 Velocidade Média

Com relação a velocidade, é importante citar também o contexto histórico. Antes da época de Galileu, era comum as pessoas descrever os objetos em movimento de forma qualitativa indicando, por exemplo, como sendo “lento” ou “rápido” ou fazendo comparações entre essas “qualidades” da velocidade. Galileu Galilei recebe o crédito por ter sido o primeiro a medir velocidades sistematicamente, levando em conta a distância percorrida e o tempo decorrido no percurso desta

distância. Ele definiu rapidez (ou o que chamamos hoje de velocidade escalar) como a distância percorrida por um objeto, por unidade de tempo (HEWITT, 2015).

Desta forma, a velocidade escalar média do corpo em movimento ao deslocar-se pela trajetória C1 indicada na Figura 3 pode ser matematicamente expressa na Equação (2):

$$v = \frac{|C1|}{\Delta t} \quad (2)$$

onde $|C1|$ representa o comprimento do caminho percorrido, ou simplesmente, distância percorrida e Δt é o tempo gasto no percurso.

Já a velocidade média (V_m) descreve “com que rapidez” uma partícula se move ao deslocar-se do ponto P ao ponto Q, sendo expressa como a razão entre o deslocamento d e o intervalo de tempo Δt durante o qual esse deslocamento ocorreu (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2016). Assim, se a partícula está em uma posição $r_1 = (x_1, y_1)$ no instante de tempo (t_1) e se move para uma outra posição $r_2 = (x_2, y_2)$ deste sistema de referência no tempo (t_2), a velocidade média do deslocamento efetuado neste intervalo de tempo pode ser calculada usando a Equação (3):

$$V_m = \frac{d}{\Delta t} = \frac{|r_2 - r_1|}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

ou, explicitando as coordenadas na Equação (4):

$$V_m = \sqrt{\frac{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}{\Delta t}} \quad (4)$$

É importante ressaltar que unidade de velocidade no Sistema Internacional de Unidades (SI) é dada em metros por segundo (m/s), e que a velocidade de um corpo em repouso pode ser tomada como zero. Assim, a unidade de medida associada aos eixos deve ser tomada, no SI, como o metro. No entanto, destacamos que qualquer combinação de unidades de distância e de tempo é válida para medir rapidez: para distâncias grandes, a unidade de quilômetros por hora (km/h) é usada frequentemente.

A velocidade escalar e a velocidade média fornecem valores da velocidade durante um percurso que dura um determinado intervalo de tempo. Nenhuma delas fornece informações sobre a rapidez do deslocamento e suas variações enquanto o movimento ocorre, ou seja, dependem do conhecimento da localização do ponto de partida e do ponto de chegada no sistema de referência. Existe, porém, uma grandeza chamada de velocidade instantânea que mede a velocidade em um instante específico.

4.6 Velocidade instantânea

A velocidade instantânea de um corpo, como o próprio nome diz, é a velocidade num certo instante em um ponto qualquer da trajetória descrita durante o movimento. De maneira prática, é a velocidade que o velocímetro de um veículo marca em cada ponto de um trajeto enquanto o deslocamento ocorre.

Para estimar a velocidade instantânea de um corpo podemos recorrer à velocidade escalar ao longo da trajetória (como C_1), apresentada na Equação (2).

$$v = \frac{|C_1|}{\Delta t} \quad (2)$$

Se particionarmos a trajetória em N pequenos intervalos de comprimento Δc , de forma que $\sum_{i=1}^n \Delta c_i = C_1$ e onde cada intervalo é percorrido em um tempo Δt_i , podemos calcular a velocidade escalar para o intervalo i , usando a Equação (5).

$$v_i = \frac{\Delta c_i}{\Delta t_i} \quad (5)$$

A velocidade instantânea (escalar) em um ponto M da trajetória em um tempo t será dada matematicamente pela Equação (6):

$$v = \frac{\Delta c_i}{\Delta t_i} \quad (6)$$

onde $\Delta t_i \rightarrow 0$ significa que os instantes final e inicial da medida são muito próximos. Pode-se demonstrar que ao efetuar o cálculo do limite que a velocidade instantânea corresponde à taxa de variação da distância percorrida. Assim, se $S(t)$ é a função que descreve a distância percorrida como função do tempo, a velocidade instantânea em

pontos sobre a trajetória descrita pelo corpo em movimento será dada pela Equação (7)

$$v = \frac{dS(t)}{dt} \quad (7)$$

Note que o cálculo da velocidade instantânea faz sentido em movimentos variados em que a velocidade muda a todo instante. No movimento uniforme a velocidade é a mesma em qualquer instante.

Assim como os conceitos de velocidade média e velocidade instantânea, definidos a partir da distância percorrida pelo corpo em movimento, podemos também definir a aceleração média e a aceleração instantânea, a partir do conceito de velocidade.

4.7 Aceleração

A aceleração média (Equação (8)) indica o quanto a velocidade de um corpo variou no intervalo de tempo correspondente.

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} \quad (8)$$

onde $\Delta v = v_2 - v_1$, é a variação do vetor velocidade ocorrida entre os instantes de tempo t_1 e t_2 .

Já o conceito de aceleração instantânea, ou simplesmente aceleração, é definido de forma similar à aceleração média, com a diferença que Δt é tomado como sendo infinitamente pequeno, aproximando-se a um instante de tempo e de forma que aceleração média torna-se a aceleração naquele instante.

Usando raciocínio similar ao empregado para a discussão da velocidade instantânea, a aceleração instantânea pode ser descrita como a taxa de variação da velocidade do corpo, ou seja,

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (9)$$

Como mede a rapidez com que a velocidade de um corpo varia, o módulo da aceleração média deve ser expressa no Sistema Internacional de Unidades como mede em $(m/s)/s$ ou simplesmente m/s^2 .

Esses conceitos introdutórios de Cinemática são essenciais para que os estudantes compreendam a classificação dos movimentos, assim como o conhecimento adequado dos referenciais, corrobora para outros assuntos, tais como a teoria da Relatividade Restrita. Além disso, dependendo do tipo de movimento, a descrição pode ser tornar complexa devido à natureza vetorial das grandezas associadas e a necessidade de expressar todas as componentes destas grandezas de forma adequada, ou seja, trajetórias representadas em sistemas de referência bidimensionais e tridimensionais, requerem o uso de uma notação vetorial um pouco mais complicada. Além disso, deve ser levado em conta que o estudo do movimento requer acompanhar sua dinâmica, no sentido de que as variáveis de interesse são funções do tempo, o que aumenta a complexidade da análise.

Com o intuito de tornar o estudo do movimento mais facilmente compreensível, é comum a introdução de restrições quanto às trajetórias como, por exemplo, considerar apenas trajetórias retilíneas ou, em outros termos, apenas movimentos unidimensionais, o que simplifica consideravelmente o estudo de um movimento uma vez que pode dispensar a notação vetorial. Esta aproximação é utilizada pela maioria dos livros didáticos de Ensino Médio. Outra condição amplamente utilizada é restringir o estudo às situações em que a aceleração é constante.

Assim, quando a restrição a trajetórias unidimensionais é utilizada em conjunto com a condição de aceleração constante, é possível escrever um conjunto de equações determinísticas relacionando as variáveis deslocamento, velocidade e aceleração com a variável independente tempo, obtendo as chamadas funções horárias de movimento para o movimento uniforme (para o qual a aceleração é nula) e para o movimento uniformemente variado (aceleração constante e não nula).

Quadro 1 - Funções horárias para o movimento unidimensional

Movimento Uniforme ($a = 0$)	Movimento Uniformemente variado ($a \neq 0$)
Espaço percorrido:	
$x(t) = x_0 + v_0 t$	$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
Velocidade:	
$v(t) = v_0$	$v(t) = v_0 + a t$

Fonte: Autoria própria (2021)

O Quadro 1 traz as funções horárias para o movimento unidimensional mais utilizadas para a descrição dos movimentos. Estas equações determinam como as

variáveis posição do corpo (x) e velocidade do corpo (v) variam com o tempo, medidas em relação a um valor de referência (x_0 para a posição e v_0 para a velocidade) para o caso de aceleração constante.

O movimento dito uniforme é um caso particular do movimento uniformemente acelerado, para o qual a aceleração é nula. Estas equações são funções contínuas do tempo e podem ser usadas para auxiliar na interpretação gráfica do movimento. No entanto, como este ponto está além dos objetivos do Produto Educacional apresentado, não detalhamos aqui a interpretação dos gráficos sobre o movimento dos corpos.

Tendo introduzido os aspectos teóricos sobre aprendizagem que guiam a proposta de ensino e os conceitos físicos a serem abordados, no próximo Capítulo apresentamos nosso Produto Educacional, detalhando as animações em Scratch implementadas, bem como a forma de utilização dessas animações para abordagem do conteúdo de Cinemática para alunos do Ensino Médio.

5 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O Produto Educacional (PE) apresentado neste Capítulo tem como objetivo a utilização de animações em Scratch como suporte para compreensão dos conceitos introdutórios de Cinemática. Como já mencionado anteriormente, o PE foi desenvolvido na forma de Sequência Didática e teve como suporte teórico a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por David Ausubel. Espera-se que a SD possa contribuir para compreensão dos conceitos de movimento, repouso, referencial, posição, trajetória, deslocamento e velocidade. A sequência didática tem uma abordagem qualitativa, com ênfase na compreensão dos conceitos físicos abordados. A seguir, apresentamos as quatro simulações construídas em Scratch, e que servem de suporte para o trabalho com a SD, bem como a forma como esses recursos são inseridos no âmbito da Sequência Didática proposta.

5.1 Levantamento de concepções prévias (Pré-teste)

Conforme citado anteriormente, o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema constitui parte importante da sequência didática proposta pois seus resultados podem servir de guia para a condução das discussões sobre o assunto abordado.

Considerando o conteúdo que a sequência didática pretende abordar, o pré-teste foi elaborado com o intuito de investigar os conhecimentos prévios dos estudantes no que se refere a noções de sistemas de referência, repouso, caracterização do movimento e movimento relativo. Este pré-teste é composto por uma proposta de experimento mental, associado a uma observação de situações facilmente reconhecíveis no cotidiano. A descrição do experimento mental é reproduzida a seguir, juntamente com as 05 questões relativas ao experimento mental, a serem avaliadas pelos estudantes.

Quadro 2 - Questões para levantamento de conhecimentos prévios

Experimento mental:

Imagine a situação ilustrada na figura ao lado. Uma pessoa está parada à beira de uma rodovia (observador O) e observa um poste de luz e os faróis de um carro (carro A) que se aproxima a uma velocidade constante de $v_A=60$ km/h. Você está dirigindo outro carro (carro B) com uma pessoa de carona sentada ao seu lado, no sentido oposto da rodovia e se distanciando do observador O. Observando o velocímetro você percebe que está a $v_B=80$ km/h, com velocidade constante. Mantendo esta velocidade constante você ultrapassa uma ambulância (carro C) cujo velocímetro marca uma velocidade constante de $v_C=60$ km/h.

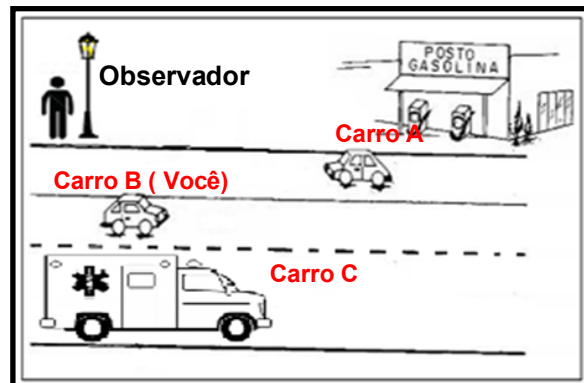


Figura - Ilustração da situação-problema descrita no experimento mental

Q1: Considerando os conceitos de repouso e de movimento é correto dizer que:

- Apenas a pessoa e o poste estão em repouso.
- Apenas você e o carona estão em repouso.
- Não é possível distinguir quem está em repouso e quem está em movimento.
- Nenhuma das alternativas.

Comente sua resposta

Q2: Considerando os conceitos de repouso e de movimento é incorreto dizer que:

- A pessoa e o poste estão em repouso em relação ao piso da rodovia.
- A pessoa está em repouso em relação ao poste e o carona está em repouso em relação a você.

- c. É necessário encontrar um referencial em repouso absoluto para decidir o que está em repouso e o que está em movimento.
- d. Nenhuma das alternativas.

Comente sua resposta

Q3: Com relação à variação da distância entre os carros o observador parado à beira da rodovia:

- a. Vê os carros se aproximando a 60 km/h.
- b. Vê os carros se aproximando a 80 km/h.
- c. Vê os carros se aproximando a 140 km/h.
- d. Nenhuma das alternativas.

Comente sua resposta

Q4: Com relação à ambulância que se move à sua frente no mesmo sentido que o seu carro, o motorista do carro A:

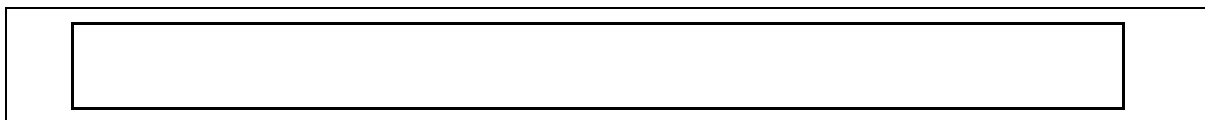
- b. Vê seu carro se aproximando da ambulância a 140 km/h.
- c. Vê seu carro se aproximando da ambulância a 120 km/h.
- d. Vê seu carro se aproximando da ambulância a 20 km/h.
- e. Nenhuma das alternativas.

Comente sua resposta

Q5: Após ultrapassar a ambulância e antes de cruzar com o carro A:

- a. O observador parado vê o carro B se afastando da ambulância a 20 km/h.
- b. O observador parado vê o carro B se afastando a 80 km/h.
- c. O observador parado vê o carro B se aproximando do carro A a 140 km/h.
- d. Todas as alternativas.

Comente sua resposta



Fonte: Autoria própria (2021)

5.2 As animações em Scratch

A primeira animação apresentada na SD tem cunho de observação e visa explorar as concepções prévias ou espontâneas dos estudantes sobre o movimento e repouso dos corpos. A atividade foi construída de na plataforma online do Scratch, e está disponível no link: <https://scratch.mit.edu/projects/491442696>.

Figura 7 - Animação sobre Movimento e Repouso



Fonte: Autoria própria (2021)

Essa atividade é utilizada para abordar os conceitos e definições sobre movimento e repouso, assim como a importância de um referencial para a definição do estado de movimento ou repouso.

A animação 02 está diretamente relacionada com a primeira, pois aproveita os conceitos de movimento e repouso para evidenciar as visões de diferentes observadores. Denota-se novamente a importância da compreensão do referencial. Essa animação está disponível no link: <https://scratch.mit.edu/projects/491442956>.

Figura 8 - Movimento Relativo



Fonte: Autoria própria (2021)

As outras animações têm cunho manipulativo, nas quais os estudantes podem manipular as situações apresentadas. No âmbito da SD, a animação 03 foi importante para retomar os conhecimentos sobre o plano cartesiano, assim como compreender a importância do sistema de coordenadas para o estudo escrito ou diagramático dos movimentos dos corpos. Nessa simulação, os estudantes podem localizar pares ordenados no plano cartesiano, assim como identificar o deslocamento entre as diferentes posições. Com essa simulação é possível trabalhar a diferenciação entre trajetória, deslocamento e distância percorrida, necessária para a discussão da velocidade média e velocidade escalar média. A animação encontra-se disponível no seguinte link: <https://scratch.mit.edu/projects/491443118>.

Figura 9 - Plano cartesiano



Fonte: Autoria própria (2021)

A animação 04 apresenta os conceitos de velocidade média, assim como sintetiza as principais características dos movimentos dos corpos. Nesta atividade os estudantes podem realizar cálculos de velocidade média, trabalhando com as unidades medida mais usuais (m/s e km/h). Essa animação está disponível no seguinte link: <https://scratch.mit.edu/projects/491443353>.

Figura 10 - Velocidade Média



Fonte: Autoria própria (2021)

Essas animações inserem-se em atividades que foram desenvolvidas no sentido de dinamizar as aulas de Física, funcionando com uma ferramenta auxiliar ao ensino e assim possibilitar uma compreensão mais satisfatória dos conceitos introdutórios de Cinemática através da visualização de cenários. No próximo Capítulo serão apresentados os resultados e discussões obtidas na aplicação do PE, mas antes, apresentamos no Quadro 3 uma síntese das animações implementadas, identificando seus objetivos e potencialidades.

Quadro 3 – Síntese das animações: objetivos e potencialidades

Animação 01	
Link para acesso: https://scratch.mit.edu/projects/491442696 .	
Objetivo	Descrição
<p>Levantar e explorar concepções prévias ou espontâneas dos estudantes sobre o movimento e repouso dos corpos.</p> <p>A partir da animação pode-se abordar os conceitos e definições sobre movimento e repouso, assim como a importância da adoção de um referencial para a definição do estado de movimento ou repouso.</p>	<p>Atividade de observação. Apresenta um cenário no qual o estudante deve observar o comportamento de três atores prestando atenção no movimento e nas falas das personagens e refletindo sobre as questões apresentadas.</p>
Animação 02	
Link para acesso: https://scratch.mit.edu/projects/491442956 .	
Objetivo	Descrição
<p>Mostrar diferentes visões sobre movimento a partir do ponto de vista de diferentes observadores.</p> <p>Explorar o conceito de movimento relativo entre dois observadores.</p>	<p>A animação 02 está diretamente relacionada com a primeira, complementando-a. Busca aproveitar os conceitos de movimento e repouso para evidenciar as visões de diferentes observadores, simulando de forma</p>

	<p>qualitativa como se dá o movimento de um ator do cenário na visão de outro ator. Destaca-se novamente a importância da compreensão da escolha do referencial para a descrição do movimento</p>
<p>Animação 03</p>	
<p>Link para acesso: https://scratch.mit.edu/projects/491443118.</p>	
Objetivo	Descrição
<p>Retomar ou introduzir a representação de pontos em um plano cartesiano e a identificação de coordenadas no espaço a partir de uma origem arbitrada (no caso o ponto $(x,y) = (0,0)$).</p> <p>Destacar a importância do sistema de coordenadas para o estudo escrito ou diagramático dos movimentos dos corpos.</p> <p>Explorar a noção de deslocamento, distância percorrida e trajetória descrita por um objeto que se move entre pontos de partida e de chegada.</p>	<p>Nessa simulação, os estudantes devem localizar pares ordenados no plano cartesiano, assim como determinar a distância entre diferentes posições dos pontos representados no plano. Com essa simulação será possível explorar as diferenças entre trajetória, deslocamento e distância percorrida.</p>
<p>Animação 04</p>	
<p>Link para acesso: https://scratch.mit.edu/projects/491443353</p>	
Objetivo	Descrição
<p>Apresentar os conceitos de velocidade média, e sintetiza as principais</p>	<p>Nesta atividade os estudantes poderão realizar diferentes cálculos de velocidade média, trabalhando com as</p>

características dos movimentos dos corpos com velocidade constante	unidades medida mais usuais (m/s e km/h). Essa animação está disponível no seguinte.
--	--

Fonte: Aatoria própria (2021)

5.3 Organização da Sequência Didática

A Sequência Didática foi organizada para ser desenvolvida em três momentos, variando de acordo com o grau de complexidade crescente do conteúdo abordado. Assim, cada momento é composto por determinado número de aulas, sendo que a aplicação da SD é prevista para duração de 07 aulas de 50 minutos. O quadro 4 sintetiza as atividades programadas para cada um dos três momentos previstos, bem como os objetivos esperados com as atividades previstas.

Quadro 4 – Síntese da organização da Sequência Didática

Estrutura da SD	Atividades desenvolvidas	Objetivos
Momento I -Aula 01 e 02 de 50 minutos cada.	a. Apresentação da SD;	Apresentar a SD aos participantes, discutindo seus objetivos enquanto recurso de estudo do tema;
	b. Aplicação do questionário pré-teste,	Levantamento de conhecimentos prévios ou espontâneos sobre o assunto;
	c. Exploração das Animações 01 e 02	Familiarização com as animações e manipulação das animações pelos alunos;
	d. Atividades sobre as animações e contextualização dos conceitos de movimento e repouso	Desenvolvimento das atividades programadas pelo professor para exploração e discussão dos fenômenos observados nas animações e a formalização dos conceitos científicos relacionados ao assunto.

Momento II -Aula 03 e 04 de 50 minutos cada.	a. Discussão sobre os conceitos introdutórios de Cinemática (Movimento, Repouso, Referencial, Trajetória e deslocamento);	Retomada de conceitos explorados no momento I, apresentando novos conceitos, reforçando as definições apresentadas e observando as respostas apresentadas ao pré-teste; Confrontação entre os conceitos abordados e aqueles apresentados nas respostas ao pré-teste.
	b. Exploração da Animação 03,	Manipulação da animação 03 de acordo com as orientações do professor. Retomada das animações 01 e 02, caso necessário.
	c. Lista de situações-problema e contextualização.	Apresentação e discussão de situações cotidianas envolvendo os conceitos discutidos. Formalização dos conceitos científicos associados ao assunto.
Momento III -Aula 05, 06 e 07 de 50 minutos cada.	a. Conceituação de Velocidade média,	Retomada de conceitos abordados nos momentos anteriores; Apresentação e discussão sobre velocidade, velocidade média
	b. Exploração da animação 04,	Manipulação da animação 04 de acordo com as orientações do professor. Retomada das animações anteriores, caso necessário.
	c. Lista de exercícios;	Retomada do conteúdo abordado através da resolução de problemas envolvendo aspectos formais do conteúdo (identificação de equações adequadas a cada problema, solução de problemas através da aplicação das equações, interpretação da solução a partir dos conceitos abordados).
	d. Questionários pós-teste	Questões gerais sobre o conteúdo a ser respondido de forma individual visando o levantamento de indícios de aprendizagem.
	e. Questionário didático-metodológico	Questionário de avaliação das atividades utilizadas para abordagem do tema.

Considerando o conteúdo a ser abordado e o nível das animações produzidas, o público-alvo desta sequência didática são alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Porém, a sequência didática também pode ser aplicada a alunos do 9º ano do ensino fundamental.

Neste trabalho a SD foi aplicada a uma turma do 1º ano do Ensino Médio. Devido à suspensão das aulas presenciais por ocasião da pandemia de COVID-19, a aplicação ocorreu no regime de aulas remotas. No próximo capítulo descrevemos a aplicação e os resultados observados junto aos alunos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentamos os resultados obtidos com a aplicação da SD, apresentando e discutindo as respostas aos questionamentos propostos durante as aulas, observando indícios de aprendizagem do conteúdo por meio das respostas dadas pelos alunos às atividades propostas. Ao final listamos sugestões para adequações no PE diante das dificuldades encontradas na sua aplicação de forma remota.

6.1 Aplicação do Produto Educacional em sala de aula

A aplicação do PE ocorreu no primeiro semestre de 2021, e devido ao cenário da pandemia da COVID-19, foi aplicada de forma remota, utilizando a Plataforma Google Meet.

A turma selecionada para o desenvolvimento da SD foi a 1ª Série do Ensino Médio da Escola Estadual Cívico - Militar Cândido Portinari, do município de Ampére/PR. A escolha da turma em questão, levou em conta o maior número de participantes e a interação dos estudantes com as atividades escolares. Ressalvo que antes da aplicação, foram analisadas as participações dos estudantes das turmas de Ensino Médio dos três colégios do município.

A aplicação envolveu 13 participantes, os quais realizaram as atividades em 7 horas aula. Do total de 13 alunos que participam das aulas remotas, 8 alunos realizam as atividades de forma assídua, e os outros 5 alunos apenas assistiram às aulas de maneira esporádica para sanar dúvidas sobre os conteúdos. A aplicação ocorreu nas duas aulas semanais de Física da turma, e foram acompanhadas pela professora regente. Neste Capítulo apresentamos uma discussão sobre a aplicação do PE e os resultados obtidos.

6.2 Aplicação do Pré-teste

Conforme citado anteriormente, o PE é composto por três momentos, os quais, por sua vez, constituem-se de blocos de aulas com atividades programadas com objetivos específicos, indicados no Quadro 4.

Assim, de acordo com planejamento do PE, durante as aulas 01 e 02, foi aplicado o questionário pré-teste para levantamento dos conhecimentos prévios dos

estudantes. Nesse caso, como a aplicação foi remota, os estudantes responderam ao questionário individualmente por meio de um Formulário do Google disponibilizado de forma on-line e as respostas foram computadas a partir do formulário preenchido devolvido pelos alunos. Relatamos que a resolução do questionário prévio demorou um tempo maior do que o previsto no planejamento.

O questionário pré-teste foi respondido pelos 13 estudantes participantes. O Quadro 5 traz uma síntese quantitativa das respostas atribuídas pelos estudantes a cada questão relacionada ao experimento mental proposto. Neste quadro, os itens destacados correspondem às alternativas esperadas como corretas.

Quadro 5 – Respostas atribuídas pelos alunos às questões do pré-teste

Questão	% de respostas para cada item da Questão			
	(a)	(b)	(c)	(d)
Q1	46,2	7,7	<u>23,1</u>	23,1
Q2	7,7	53,8	<u>38,5</u>	0
Q3	46,2	30,8	<u>7,7</u>	15,4
Q4	0	30,8	<u>38,5</u>	30,8
Q5	15,4	53,8	15,4	<u>15,4</u>

Fonte: Autoria própria (2021)

Quadro 6 - Descrição qualitativa das respostas ao pré-teste

Questão	Comentários
Q1	<p>Observamos que 46,2% dos estudantes têm uma concepção de repouso relacionada com a ideia de “imobilidade dos corpos”. Em contraposição, 23,1% dos estudantes têm a concepção de que precisamos adotar um referencial para definir o movimento ou repouso dos corpos. Os posicionamentos mais adequados são refletidos nos comentários dos estudantes sobre as respostas atribuídas, conforme apresentado a seguir nas justificativas dos estudantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Estudante A: <i>Acredito que possa ser a alternativa C, pois o problema não mostra o referencial, portanto não podemos identificar quem está em repouso e quem está em movimento.</i> ● Estudante B: <i>Depende do ponto de vista quem está no carro vê o poste e o homem se movendo, mas ele e os outros motoristas parecem estar em repouso e pelo ponto de vista do homem os motoristas e os carros estão em movimento e ele e o poste em repouso. (pena que todos estão em movimento por estarem no planeta terra).</i> ● Estudante C: <i>Para cada referencial muda o estado de repouso e movimento, então como não estabeleceram um referencial, não há como saber.</i>

Q2	<p>Neste caso, 38,5% (5 dos 13 estudantes) indicaram a alternativa (c) como incorreta, sendo que nos comentários, percebe-se o reconhecimento da inexistência de um referencial absoluto. Porém, a maioria dos estudantes indicou como incorretas alternativas que estão corretas, com destaque para alternativa (b) que recebeu 53,8% (7 indicações). Assim, a maioria compreende que seria incorreto a pessoa estar em repouso em relação ao poste e que o carona estivesse em repouso em relação ao motorista. Uma possível explicação para a preferência dos estudantes por esta alternativa, obtida a partir dos comentários feitos por eles, é a concepção de que se o corpo está no carro em movimento, não há como estar em repouso, o que remete à ideia de que é necessário um referencial em repouso absoluto para efetuar a análise.</p>
Q3	<p>A questão 3 explora a noção de velocidade relativa. O observador à beira da rodovia visualiza os carros se aproximando cada um com uma velocidade: carro A a 60 km/h e o carro B a 60 km/h. No entanto, a questão se refere à velocidade de aproximação entre os carros. Neste caso, percebe-se nos comentários que houve problemas com a compreensão ou com a interpretação da questão, pois houve uma tendência em avaliar a variação da distância entre o carro e o observador. Somente um aluno apontou a resposta correta, enquanto 15,4% (2 estudantes) indicaram não haver uma resposta correta entre as alternativas.</p>

Q4	<p>Nesta questão são explorados os conceitos de velocidade relativa em relação aos carros A e B. Analisando as respostas dos estudantes, 38,5% responderam que o motorista A vê a ambulância se aproximando do carro B a 20 km/h, o que denota uma relação adequada de velocidade relativa, pois, conforme um estudante, (...) <i>você está a 20 km/h de diferença do carro A.</i></p> <p>Por outro lado, 30,8% dos estudantes responderam que a velocidade de aproximação seria de 120 km/h, ou seja, somaram a velocidade do carro A com a velocidade da ambulância, não analisando a velocidade do carro B e da ambulância. E por fim, 30,8% dos estudantes não encontraram uma resposta para a situação-problema entre as alternativas sugeridas.</p>
Q5	<p>Na questão 5, os estudantes deveriam analisar a velocidade do carro A em diferentes contextos. Neste caso, com relação às alternativas apresentadas 15,4% responderam que todas as alternativas estariam corretas (02 alunos). A escolha por essa alternativa envolve a análise do movimento do carro A sob diferentes referenciais, sendo assim, a alternativa que envolvia maior complexidade. A maioria dos estudantes (53,8% ou 7 em 13) respondeu que observador parado vê o carro B se afastando a 80 km/h, optando assim pela análise a partir do referencial do observador apenas. Já 30,8% (04 em 13) optaram por alternativas relacionadas ao movimento relativo entre os automóveis. Desta forma, considerando que todas as alternativas apresentavam situações corretamente descritas, apenas 02 alunos apresentaram a análise completa da questão.</p>

Fonte: Autoria própria (2021)

Assim, a partir do pré-teste observamos que alguns pontos necessitam de atenção durante o desenvolvimento das atividades, como:

- A ideia de que é necessário um referencial em repouso absoluto a partir do qual a análise do movimento possa ser feita;
- Pode-se efetuar a análise do movimento relativo entre objetos a partir da definição de referenciais que se movem em velocidade constante, e

relativamente entre si, sem a necessidade de um observador em repouso absoluto;

- Observadores em diferentes referenciais podem obter valores diferentes para medir grandezas físicas observadas, embora a descrição do fenômeno físico seja a mesma.

6.3 Aplicação das atividades com as animações

Após responder o questionário pré-teste, os estudantes utilizaram passaram a atividades com o uso das animações em Scratch.

As primeiras atividades se iniciaram com as animações 01 e 02. Orientações e sugestões para uso da animação bem como os links para as atividades foram disponibilizadas por meio de um formulário do Google Formulários.

Figura 11 - Atividade (Aula 01 e 02)

ATIVIDADE - AULA 01 e 02

Para acessar as atividades você deve clicar nos links abaixo:

Atividade 01: <https://scratch.mit.edu/projects/491442696>

Atividade 02: <https://scratch.mit.edu/projects/491442956>

Na sequência você deverá responder os questionamentos abaixo.

Dúvidas, não hesite em solicitar a ajuda do professor!!

Bons estudos!

Fonte: Autoria própria (2021)

Após a utilização das animações 01 e 02, os alunos responderam as questões apresentadas no Quadro 7, juntamente com as respostas mais relevantes e ilustrativas para este trabalho.

Quadro 7 – Questão 01 (Animações 01 e 02)

Questão 1 - Na animação 01, como podemos afirmar que o Tucano está em movimento? E que o Urso está em repouso?

Estudante A - Se usarmos a árvore como referencial veremos que o urso não está se movendo, mas o tucano está.

Estudante B - Quando ele(tucano)se desloca no espaço em relação a um referencial, no caso ali da árvore e do urso, nós podemos afirmar que ele está em repouso pois a posição dele não varia em relação a árvore.

Estudante C - Porque em relação ao referencial (a árvore) que está em repouso, o tucano que está voando está em movimento e o urso que está parado.

Estudante D - O tucano Blue está em movimento pois ele está indo em direção a árvore. O urso Barney está em repouso pois está parado.

Estudante E - Pois o tucano está se mexendo, batendo as asas e indo pra frente, já o urso está parado.

Fonte: Aatoria própria (2021)

Os estudantes A, B, e C apresentam conceitos adequados em relação ao movimento e repouso, pois já associam a árvore como referencial para definir o movimento ou repouso dos animais presentes na simulação. Já os estudantes D e E denotam conceitos inadequados sobre movimento e repouso, não contextualizam a importância do referencial. Essas são concepções muito presentes no senso comum.

Quadro 8 – Questão 02 (Animações 01 e 02)

Questão 2 - Na sua concepção, qual seria a importância de adotar um referencial?

Estudante A - Sem saber o ponto referencial, não se sabe se o corpo está em movimento ou repouso.

Estudante B - Sem saber o ponto referencial, não se sabe se o corpo está em movimento ou repouso. ... Depende do ponto referencial.

Estudante C - Para saber o que está se movendo ou não.

Estudante D - Pois quando adotamos um referencial podemos saber quais objetos estão em repouso e quais objetos estão em movimento.

Estudante E - Porque quando adotamos um referencial podemos perceber quais elementos estão em repouso e quais elementos estão em movimento.

Fonte: Aatoria própria (2021)

Nessa questão, percebe-se que a maioria dos estudantes compreende a importância do referencial e sua aplicação para definição do estado de movimento ou de repouso dos corpos. Porém, deve-se rever os conceitos físicos, pois como verificamos na questão 1, há uma lacuna na conceituação sobre referencias para um grupo de estudantes.

Na questão 3, buscou-se compreender a visão dos estudantes em relação aos diferentes referenciais, conforme pode ser observado nas respostas do Quadro 9.

Quadro 9 – Questão 03 (Animações 01 e 02)

<p>Questão 3 -Como podemos explicar as diferentes visões dos observadores na animação 02? Se ambos os animais estão em movimento, qual apresenta a maior velocidade?</p>
<p><i>Estudante A - O tucano apresenta maior velocidade, pois ele está em movimento, mas na visão do tucano o urso também está em movimento, mas só o tucano estava em movimento, por isso ele apresenta maior velocidade.</i></p>
<p><i>Estudante B - O urso não se movimentou somente o tucano foi para frente então parecia que o urso estava para trás na visão dele, o tucano foi o mais veloz pois foi o único que se movimentou.</i></p>
<p><i>Estudante C - Cada animal está olhando de um ponto de vista, de um referencial. Se ambos estão em movimento, provavelmente estão com a mesma velocidade, porém se movendo em sentidos diferentes.</i></p>
<p><i>Estudante D - Acredito que a variação de velocidade dos animais varia de acordo com seu peso, por exemplo o tucano é muito mais leve que o urso, por isso ele tem maior velocidade.</i></p>

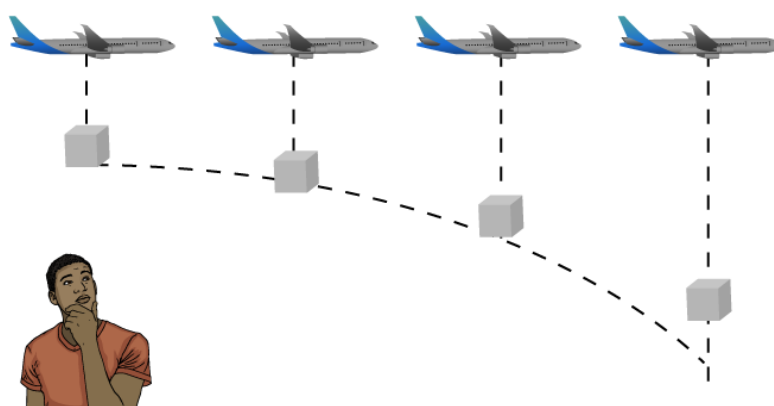
Fonte: Autoria própria (2021)

Nessa questão podemos observar uma grande divergência entre as respostas, alguns alunos relatam que o Tucano estaria com maior velocidade pois ele estava em movimento, já o urso estaria em repouso e por isso não teria velocidade. O estudante D, por exemplo, relata que a velocidade varia de acordo com o peso e, portanto, o tucano teria maior velocidade.

Após a atividade, o professor-mestrando organizou uma aula dialogada, com a utilização de uma apresentação em slides e exposição de vídeos que contextualizaram as visões dos diferentes observadores.

Foram discutidos os conceitos associados às atividades de simulação e exemplos de caráter geral, dentre os quais a Figura 12 é um caso ilustrativo: um avião em movimento libera uma carga, que ao ser observada por um observador em repouso no solo descreve uma trajetória curva enquanto para um observador no avião a trajetória descrita como retilínea.

Figura 12 - Visões dos diferentes observadores



Fonte: Pedrosa (2017)

O segundo momento, foi a aplicação das atividades das aulas 03 e 04 indicadas no Quadro 4. Nessas aulas o professor realizou a contextualização e a retomada dos conceitos físicos sobre Movimento, Repouso, Posição, Trajetória e Deslocamento.

De acordo com o planejamento da SD, foram utilizados slides e vídeos que possibilitam a compreensão dos conceitos físicos em questão. Uma das dificuldades observadas durante as aulas remotas foi a baixa interação dos estudantes. Por isso o professor teve que buscar diferentes estratégias para que os alunos pudessem participar da aula dialogada.

Após a sistematização dos conteúdos, os estudantes foram instruídos a acessarem a animação 03, e posteriormente iniciar a resolução das atividades propostas. Algumas atividades estavam relacionadas com a animação enquanto outras eram questões teóricas para aplicação dos conteúdos.

Figura 13 - Atividade (Aulas 03 e 04)

ATIVIDADE - AULA 03 e 04

Para acessar as atividades você deve clicar nos links abaixo:

Atividade 03: <https://scratch.mit.edu/projects/491443118>

Na sequência você deverá responder os questionamentos abaixo.

Atividades 2 e 3 devem ser respondidas no caderno.

Dúvidas, não hesite em solicitar a ajuda do professor!!

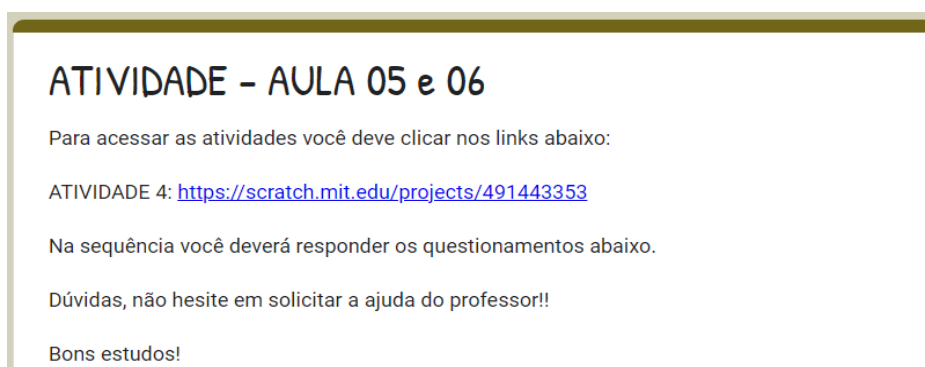
Bons estudos!

Fonte: Autoria própria (2021)

A animação 03 aborda a importância da localização de pontos no cartesiano, o que potencializou a compreensão dos conceitos de posição, trajetória e deslocamento. Nessa aula os estudantes deveriam anexar fotos das questões propostas sobre o conteúdo de deslocamento.

Ao observar as postagens dos alunos foi possível observar detalhadamente os procedimentos adotados para a resolução das questões propostas nas atividades. Com isso constatou-se que a maioria dos estudantes conseguiu operacionalizar os cálculos relacionados ao deslocamento, assim como conseguiram compreender as principais ideias sobre posição e trajetória. Alguns alunos, porém, apenas postaram as respostas finais para as questões, não apresentando os cálculos que permitissem acompanhar a forma empregada para resolução das questões propostas.

O terceiro momento foi a aplicação das atividades das aulas 05, 06 e 07. Na primeira aula o professor realizou a contextualização dos conteúdos de velocidade média, retomando os conceitos abordados nas aulas anteriores. Para esse momento, foram utilizados slides organizados pelo professor. Após a explicação dos conceitos os alunos foram orientados sobre a realização das atividades, as orientações foram também organizadas em formulário do Google Forms.

Figura 14 - Atividade (Aulas 05 e 06)

Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme o planejamento da SD, os estudantes foram instruídos a acessar a animação 04. Neste caso, as atividades planejadas tinham como objetivo realizar diferentes cálculos de velocidade média e trabalhar com as unidades medida mais usuais (m/s e km/h). A animação implementada solicitava valores diferentes de deslocamento e intervalo de tempo, calculando a velocidade e mostrando os resultados. De forma simultânea, os estudantes deveriam, a partir dos dados por eles inseridos na animação, verificar o resultado por meio de seus próprios cálculos efetuados no caderno. Foi solicitado aos alunos que enviassem fotos de seus cadernos com os cálculos efetuados.

Nas fotos enviadas o professor observou que a maioria dos estudantes conseguiu realizar os cálculos de velocidade média e efetuar as transformações de unidades necessárias de maneira adequada. Porém, ressaltamos que alguns estudantes apresentaram apenas as respostas, sem apresentar os cálculos, fator que dificulta a análise do professor, principalmente pelo modelo remoto de ensino.

6. 4 Questionário Pós-teste

Seguindo o roteiro elaborado na SD, os estudantes responderam um questionário pós-teste, o qual visa analisar as concepções dos estudantes após a interação com as atividades propostas. O questionário pós-teste (anexo no PE) é composto por 5 questões, escolhidas de vestibulares de universidades brasileiras. As 3 primeiras questões possuem foco em aspectos conceituais e tinham como objetivo a sondagem da sobre a compreensão dos conceitos, enquanto as últimas 2 questões

tinham foco no cálculo da velocidade média. O questionário foi disponibilizado por meio dos Formulários Google e os estudantes poderiam justificar as respostas apresentadas ou acrescentar comentários.

Apresentamos abaixo as questões e as respostas dadas pelos alunos, juntamente com um breve comentário.

Na questão 1 (Quadro 10), os estudantes deveriam analisar as situações e apresentar quais eram as corretas em relação ao conceito de referencial.

Quadro 10 - Questão 01 do Pós-teste

1. (UFSM – 2010) O conceito de referencial inercial é construído a partir dos trabalhos de Galileu Galilei e Isaac Newton, durante o século XVII. Sobre esse conceito, considere as seguintes afirmativas:

I - Referencial é um sistema de coordenadas e não um corpo ou conjunto de corpos.

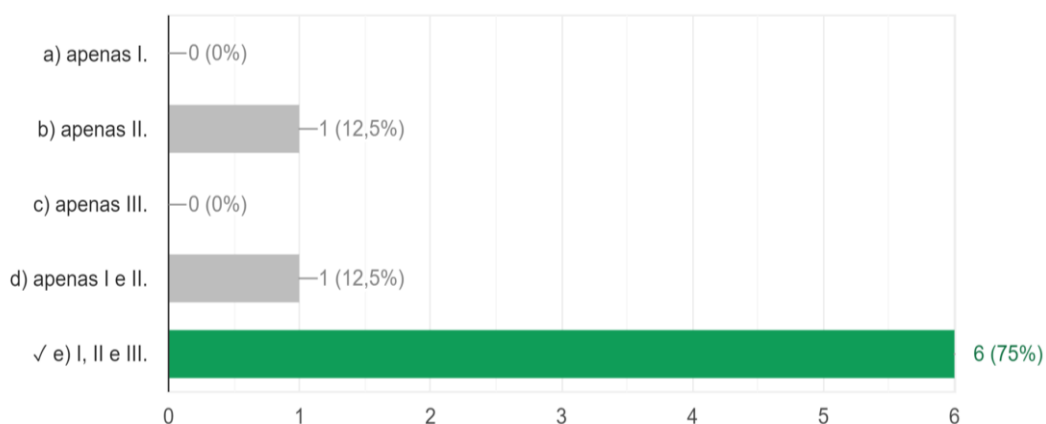
II - O movimento é relativo, porque acontece de modo diferente em diferentes referenciais.

III - Fixando o referencial na Terra, o Sol se move ao redor dela.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) I, II e III.

Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 1 - Respostas da Questão 1

Fonte: Autoria própria (2021)

Com base nas respostas, observamos que 75% (06 no total) dos estudantes compreenderam de forma adequada o conceito de referencial, e que apenas 02 alunos ficaram em dúvida nas alternativas. Alguns estudantes apresentaram justificativas para suas respostas:

Estudante A: *A partir da explicação do professor em Meet, acredito que as três estejam certas.*

Estudante B: *Pois o professor mostrou o sistema de coordenadas, e que dependendo de onde o referencial está muda o que percebemos como movimento.*

Estudante C: *I - Está correta pois tudo se baseia no referencial, II - Correta pois tudo depende do ponto de referência, III - Correta pois nos movemos com a Terra.*

Estudante D: *É correta pois estudamos que depende do ponto de vista pois se adotarmos um referencial podemos determinar o que realmente está em movimento.*

Analisando as respostas dos estudantes, notamos que eles compreenderam a importância de um referencial quando explicamos os conceitos de movimento e repouso. Alguns utilizam os conceitos que foram apresentados nas aulas remotas em seus comentários.

Na questão 02 (Quadro 11) propõe-se a análise de algumas proposições, classificando-as como Verdadeiras ou Falsas.

Quadro 11 - Questão 02 do Pós-teste

2. (UEPG-PR) Analise as proposições abaixo e marque cada uma delas com V (verdadeiro) ou F (falso):

() O estudo da trajetória de uma partícula independe do referencial adotado.

() Uma partícula que está em movimento em relação a um referencial pode estar em repouso em relação a outro.

() Se dois móveis se deslocam por uma estrada retilínea com velocidades constantes e iguais, e no mesmo sentido, um está em repouso em relação ao outro.

A sequência correta obtida é:

a) F – V – F

b) F – F – V

c) V – F – V

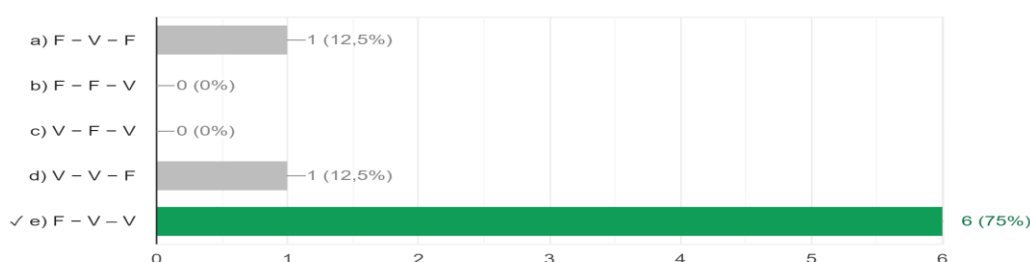
d) V – V – F

e) F – V – V

Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 2 - Respostas da Questão 2

2. (UEPG-PR) Analise as proposições abaixo e marque cada uma delas com V (verdadeiro) ou F (falso): () O estudo da trajetória de uma partícula ... em relação ao outro. A sequência correta obtida é:
6 / 8 respostas corretas



Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme o gráfico apresentado acima, a maioria dos estudantes (06) analisou de forma assertiva as questões, enquanto 02 responderam de forma equivocada. Os estudantes A e B denotam compreender que a trajetória depende do referencial adotado, e então temos a relação de diferentes visões por diferentes observadores.

Estudante A: *A primeira está incorreta, pois o estudo da trajetória depende de um referencial.*

Estudante B: *A primeira está errada pois para saber da trajetória tudo depende de um referencial, em outras palavras o referencial é indispensável.*

A questão 3(Quadro 12) apresenta uma situação problema, a ser analisada pelos estudantes:

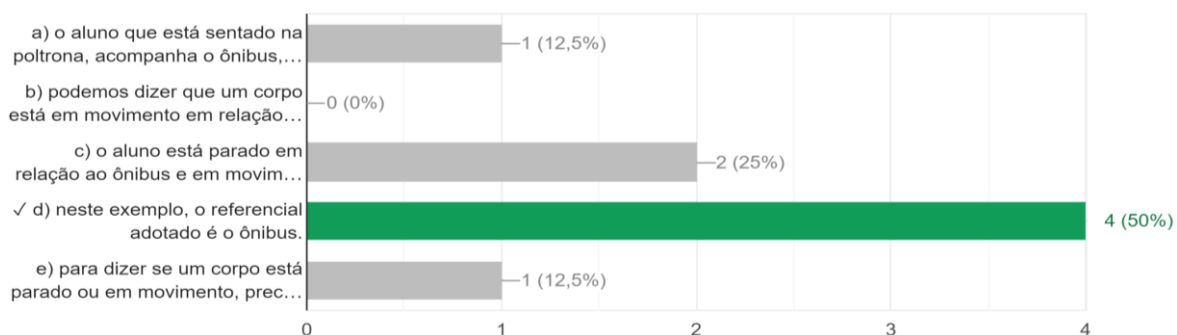
Quadro 12 - Questão 03 do Pós-teste

3. (CEFET-PR) Imagine um ônibus escolar parado no ponto de ônibus e um aluno sentado em uma de suas poltronas.

Quando o ônibus entra em movimento, sua posição no espaço se modifica: ele se afasta do ponto de ônibus. Dada esta situação, podemos afirmar que a conclusão ERRADA é que:

- a) o aluno que está sentado na poltrona, acompanha o ônibus, portanto também se afasta do ponto de ônibus.
- b) podemos dizer que um corpo está em movimento em relação a um referencial quando a sua posição muda em relação a esse referencial.
- c) o aluno está parado em relação ao ônibus e em movimento em relação ao ponto de ônibus, se o referencial for o próprio ônibus.
- d) neste exemplo, o referencial adotado é o ônibus.
- e) para dizer se um corpo está parado ou em movimento, precisamos relacioná-lo a um ponto ou a um conjunto de pontos de referência.

Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 3 - Respostas da Questão 3

Fonte: Autoria própria (2021)

Nesta questão observa-se uma dificuldade na compreensão da situação-problema, pois mesmo já conhecendo o conceito de movimento, repouso e referencial, os estudantes ficaram em dúvida, provavelmente, na interpretação da situação problema apresentada.

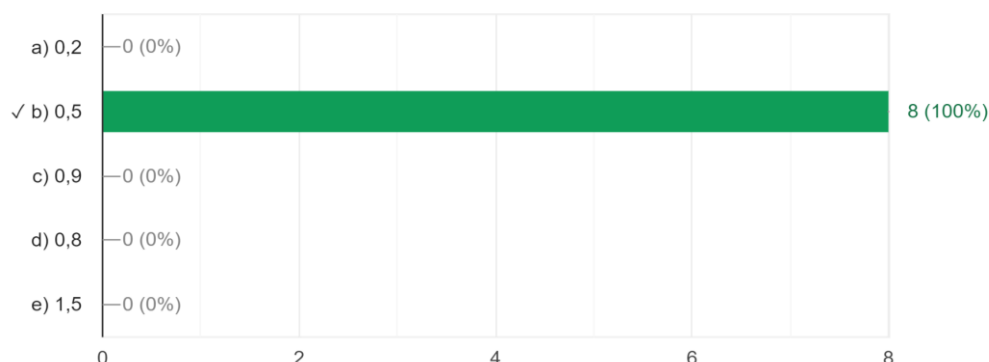
As questões 4 (Quadro 13) e 5 tinham como objetivo analisar a compreensão dos estudantes com relação a velocidade média e a sistematização por meios de cálculos. Nessas questões, os estudantes anexaram os cálculos realizados.

Quadro 13 - Questão 04 do Pós-teste

04. (CEFET) Num Shopping há uma escada rolante de 6 m de altura e 8 m de base que transporta uma pessoa entre dois andares consecutivos num intervalo de tempo de 20 s. A velocidade média desta pessoa, em m/s, é:

- a) 0,2
- b) 0,5
- c) 0,9
- d) 0,8
- e) 1,5

Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 4 - Respostas da Questão 4

Fonte: Autoria própria (2021)

Podemos observar que todos os estudantes acertaram a questão, mas na sondagem dos arquivos postados, nem todos os estudantes apresentaram o processo de resolução da questão.

Para aqueles que entregaram todos os cálculos podemos observar que os estudantes utilizaram os cálculos de maneira adequada, lembrando que nessa questão também seria necessário relembrar o teorema de Pitágoras para calcular adequadamente o deslocamento antes da aplicação na fórmula da velocidade média. Ressaltamos que este cálculo de deslocamento, foi explorado nas animações, quando foram realizadas as atividades sobre a localização de pontos no plano cartesiano.

Na questão 5 (Quadro 14), os alunos deveriam explorar o conhecimento sobre os conceitos de deslocamento e velocidade para fazer previsões sobre determinada situação-problema.

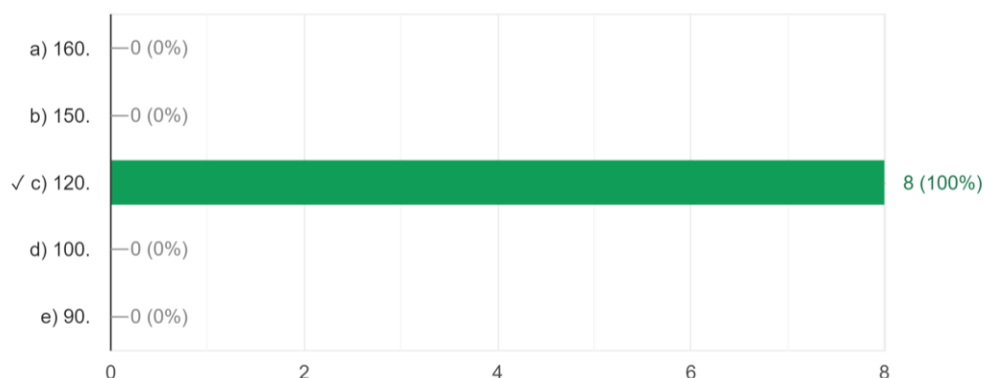
Quadro 14 - Questão 05 do Pós-teste

05. (UNESP-SP) O motorista de um automóvel deseja percorrer 40km com velocidade média de 80km/h. Nos primeiros 15 minutos, ele manteve a velocidade média de 40km/h. Para cumprir seu objetivo, ele deve fazer o restante do percurso com velocidade média, em km/h, de:

- a) 160.
- b) 150.
- c) 120.
- d) 100.
- e) 90.

Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 5 - Respostas da Questão 5



Fonte: Autoria própria (2021)

Todos os estudantes apresentaram a resposta correta. Porém, na sondagem dos arquivos postados, nem todos apresentaram os cálculos necessários, mas para os que entregaram, foi observada a aplicação correta dos conceitos, transformações de unidades e das equações. Lembramos que esses tópicos foram trabalhados nas aulas dialogadas e explorados através das animações implementadas.

6. 5 Questionário didático-metodológico

Para finalizar a aplicação do PE, seguindo o roteiro da SD, os estudantes responderam um questionário “didático-metodológico”. Este questionário objetiva a avaliação da proposta apresentada, na visão dos estudantes. O questionário foi disponibilizado na última aula SD, sendo composto por três questões fechadas e duas questões abertas. Na sequência apresentamos os resultados obtidos no questionário didático.

Quadro 15 – Resposta à questão 1 do questionário metodológico

Questão 1: De acordo com os estudos realizados sobre cinemática com essa sequência didática, como você avalia sua aprendizagem:	
<i>Alternativas Apresentadas</i>	<i>Quantidade de respostas</i>
Suficiente. Aprendi Integralmente	0
Suficiente. Aprendi parcialmente	06

Insuficiente. Tive muitas dificuldades	01
Insuficiente. Não aprendi nada	01

Fonte: Autoria própria (2021)

Analisando as respostas dos estudantes, a maioria aponta que considera ter uma aprendizagem suficiente (75% dos respondentes - 06 alunos), e na qual aprenderam parcialmente os conteúdos. Apenas um aluno relata que ficou com muitas dificuldades. Com a leitura dos comentários deixados na questão aberta percebemos que reclamações associadas ao tempo para abordagem do conteúdo e para executar as atividades, o que pode, na visão dos estudantes, ter atrapalhado o aprendizado. Além do tempo escasso apontado pelos alunos, consideramos também a falta de contato pessoal presencial com os estudantes, que dificulta o acompanhamento individualizado do aprendizado, como um fator limitador para a eficácia das atividades.

Já na questão 2 foi pedido aos estudantes para avaliar os recursos tecnológicos utilizados na proposta como elemento auxiliar na aprendizagem. Nas respostas apresentadas, podemos notar que a maioria considera que os recursos foram eficientes ou parcialmente eficientes, e apenas um aluno considerou que os recursos utilizados não foram suficientes para auxiliar na compreensão do conteúdo.

Quadro 16 – Resposta à questão 2 do questionário metodológico

Questão 2: O material desenvolvido utilizou alguns recursos tecnológicos inovadores. Com relação a esses recursos, você considera que eles foram eficientes para sua aprendizagem:	
<i>Alternativas Apresentadas</i>	<i>Quantidade de respostas</i>
Sim. Foram eficientes	04
O material foi bom	02
Parcialmente eficientes	01
Não foram eficientes	01

Fonte: Autoria própria (2021)

Na questão 3, os participantes avaliam o material didático, nesse sentido também avaliam a SD apresentada. Analisando as respostas, podemos concluir que os estudantes consideram o material como bom, não tendo uma resposta negativa com relação ao material didático.

Quadro 17 – Resposta à questão 3 do questionário metodológico

Questão 3: Com relação ao material apresentado, considerando as atividades desenvolvidas, você considera como	
<i>Alternativas Apresentadas</i>	<i>Quantidade de respostas</i>
Excelente	02
Muito bom	02
Bom	04
Regular	0
Péssimo	0

Fonte: Autoria própria (2021)

A questão 4 e a questão 5 eram abertas, de forma que os alunos poderiam expressar livremente sobre o item sugerido. Para ambas as questões, apenas 05 alunos opinaram.

Na questão 4 os estudantes destacaram, de acordo com suas percepções, os conteúdos que foram mais bem aprendidos e quais eles consideram que ainda persistem defasagem em seu conhecimento.

Quadro 18 – Resposta à questão 4 do questionário metodológico

Questão 4. Quais conteúdos você considera que foram aprendidos de maneira adequada? E quais você considera que ficaram com defasagens?
<i>Estudante A: Aprender a calcular km/h m/s e distância percorrida.</i>
<i>Estudante B: O conteúdo de velocidade, com certeza com muita defasagem, porém o de referencial foi aprendido de maneira adequada, não tanto quanto eu esperava, mais adequadamente.</i>

Estudante C: *A transformação da velocidade ficou bem clara, porém o deslocamento ficou um pouco confuso.*

Estudante D: *Eu particularmente consegui compreender mais o conteúdo sobre movimento e repouso.*

Estudante E: *Deslocamento e velocidade média.*

Fonte: Autoria própria (2021)

Na maioria das respostas, os estudantes citam ter aprendido pelo menos um dos conceitos apresentados, o que denota um fator positivo para a proposta de SD. Destaca-se a citação das transformações de unidades para a velocidade, citadas espontaneamente 02 alunos, sendo este um item que, normalmente, causa muitas dúvidas nos estudantes. Destacamos ainda que 02 alunos citaram os conceitos de referenciais e de movimento que, diferente da operação de transformação de unidades, tem um caráter conceitual mais profundo.

Na questão 5 os alunos poderiam realizar um comentário geral sobre as atividades propostas. Esse espaço também possibilitou que os estudantes apresentassem dúvidas e críticas sobre a SD proposta. Nesse sentido, ressaltamos que o questionário didático-metodológico não era identificado, o que possibilita uma avaliação mais adequada da proposta, pois os estudantes poderiam relatar também os pontos de atenção.

Quadro 19 – Resposta à questão 5 do questionário metodológico

5. Deixe um comentário geral sobre as atividades propostas. (Nesse espaço você pode deixar suas sugestões, elogios e reclamações)

Estudante A: *Atividades boas, aulas teoricamente dinâmicas, porém faltou explicação e muito conteúdo para pouco tempo de aula, tendo que passar muita coisa e confundir nossa cabeça ao invés de "clarear". explicar apenas uma ou duas vezes e mandar fazer as atividades não adianta muita coisa.*

Estudante B: *Achei o professor e as aulas dinâmicas o único problema é que não tivemos tempo para nos aprofundarmos no conteúdo por ter poucas aulas mas acredito que se tivéssemos umas 2 aulas a mais seria perfeito*

Estudante C: *Achei uma atividade inovadora e que motiva os alunos, única crítica é achei que passou muito conteúdo em pouco tempo.*

Estudante D: *Acho que ficou um pouquinho confuso, pois foram vários conteúdos em pouco tempo, mas eu gostei da proposta de sites mais dinâmicos(Scratch).*

Estudante E: *Gostei muito da proposta, deixou as aulas mais atrativas.*

Estudante F: *Algo que precisa ser realizado mais vezes.*

Fonte: Autoria própria (2021)

Os relatos dos estudantes possibilitam uma autoavaliação da proposta, destacando pontos que podem ser revistos, como por exemplo a relação entre o tempo demandado para as atividades propostas e a quantidade de conteúdo. Um ponto inegável é que os estudantes concluem que a proposta é uma forma de dinamizar as aulas e assim deixar a aprendizagem mais efetiva.

6.6 Dificuldades encontradas/melhorias na proposta

A proposta inicial era o desenvolvimento de uma SD que fosse aplicada de maneira presencial, mas devido ao momento pandêmico teve que ser adaptada para aplicação remota. No entanto, a ideia central de aplicação em regime presencial de aula permanece. A adaptação para o regime de ensino remoto foi a primeira dificuldade encontrada pois, como citado anteriormente, a falta do contato presencial dificulta tanto a observação individualizada do estudante quanto a interação entre todos os participantes das atividades: durante a aplicação da SD poucos estudantes ligaram as câmeras e interagiram pelo chat ou microfone. Além disso, muitos estudantes não estão participando das aulas remotas, principalmente por não possuírem estrutura tecnológica adequada, o que acabou por reduzir o público participante.

Na adaptação para aplicação remota tivemos que buscar estratégias para que os alunos participassem ativamente das atividades, como por exemplo chamar os alunos de forma individual no *WhatsApp*. Também notamos que alguns alunos tinham dificuldade na manipulação das ferramentas, não tinham pleno domínio das ferramentas tecnológicas, e por isso, em vários momentos houve necessidade de explicar como acessar e responder aos formulários. Em algumas situações, a mesma explicação teve que ser repetida para alunos diferentes, o que demanda tempo da aula.

Com relação aos questionários, percebemos que não era possível acompanhar com eficiência os alunos no desenvolvimento da atividade: faltou a “proximidade” para observar e auxiliar nas animações e atividades.

Por fim, observamos que alguns pontos da proposta devem ser repensados. Como apontado pelos estudantes, seria interessante otimizar a quantidade de conteúdos trabalhados ou aumentar a quantidade de aulas necessárias. Porém, consideramos que o detalhamento das alterações só poderá ser efetuado após uma aplicação da SD de forma presencial, o que possibilitaria o acompanhamento de cada estudante nas suas atividades e melhor controle do tempo destinado a cada atividade programada.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudantes deparam-se diariamente com um mundo em movimento, e acabam por desenvolver suas próprias convicções sobre a descrição destes movimentos, muitas vezes à revelia dos modelos físicos vigentes. O contato com o conteúdo de cinemática presente na disciplina de Física pode tanto enriquecer e reforçar conhecimentos prévios alicerçando-os com uma teoria conceitual matematicamente representada quanto romper com concepções ingênuas proporcionando as condições para o aprendizado da Física. Assim, embora a cinemática possa ser vista como um dos conteúdos mais simples, é através dela que são dados os primeiros passos para a construção de um conhecimento sistematizado de muitos assuntos da Física, não só da chamada Física Clássica, mas também da Física Moderna. Desta forma, acreditamos que propostas que contribuam para o ensino da Cinemática do Movimento sempre encontrarão utilidade no ensino da Física.

Nesse sentido, o Produto Educacional descrito nesta dissertação foi desenvolvido para dar suporte ao ensino dos conceitos introdutórios de Cinemática, usando como suporte animações organizadas em Scratch. O PE destina-se, preferencialmente, a turmas da 1ª Série do Ensino Médio, mas consideramos que pode ser também aplicado a turmas do 9º ano do Ensino Fundamental sem muito esforço de adaptação.

Para fins de validação, o Produto foi aplicado a uma turma de 1ª Série do Ensino Médio, no ano de 2021, na modalidade de aulas remotas devido à suspensão de aulas presenciais causada pela pandemia COVID19. Ao analisar a aplicação, considerar que a proposta tem grande potencial para auxiliar na aprendizagem significativa.

O questionário para levantamento das concepções prévias ou espontâneas que compõem a Sequência Didática proposta permitiu analisar quais os subsunçores que os estudantes possuem, e assim organizar um material potencialmente significativo para ancoragem de novos conhecimentos, aplicado nas aulas subsequentes.

A metodologia da Sequência Didática (SD) aliada a utilização de recursos tecnológicos, nesse caso as animações em Scratch, potencializaram a aprendizagem dos conteúdos de Cinemática e tornaram as aulas mais dinâmicas e significativas para os estudantes.

O desenvolvimento das atividades possibilitou aos estudantes uma ampliação das habilidades e competências relacionadas aos conceitos de Cinemática. Nessa perspectiva, notou-se que a visualização dos fenômenos por meio das simulações permitiu a desvinculação de conhecimentos empíricos e realocação de conhecimentos científicos, o que sugere uma relação com a Teoria da Aprendizagem Significativa.

A comparação entre as respostas das questões do pré-teste e pós-teste, ao final da atividade, foi de suma importância para verificar de forma qualitativa a presença de indícios de aprendizagem dos conteúdos propostos.

A proposta inicial era o desenvolvimento de uma SD que fosse aplicada de maneira presencial, mas devido ao momento epidêmico foi adaptada para aplicação na modalidade remota. Essa foi uma dificuldade encontrada, pois muitos estudantes não estavam participando das aulas remotas, principalmente por não possuírem estrutura tecnológica adequada.

Nesse sentido, buscou-se estratégias para que os alunos participassem das atividades, como por exemplo chamar os alunos de forma individual no *WhatsApp*. Também notamos que alguns alunos tinham dificuldade na manipulação das tecnologias, não tinham pleno domínio das ferramentas, e por isso, em vários momentos foi necessário explicar como acessar e responder os formulários, o que demandava tempo que não estava originalmente previsto na SD.

Ressaltamos que a proposta possui um caráter de versatilidade e pode ser desenvolvida também no modelo de atendimento presencial aos estudantes. Por fim, os resultados denotaram, mesmo com a aplicação remota, que os principais objetivos do trabalho foram alcançados

Como ampliação deste trabalho, pode-se criar futuramente estratégias de ensino e atividades que potencializam o ensino para outros conteúdos de Física, tendo como base a utilização de animações.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, B. MÁXIMO, A. **Física**: Ensino Médio. Volume 1. São Paulo: Editora Scipione, 2006.
- ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Física com TDIC**. Florianópolis: UFSC, 2015. Disponível em: <https://ced.ufsc.br/files/2016/01/Livro-Angotti.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2021.
- ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, p. 176-194, 2003.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BORCELLI, A.F.; COSTA, S. S. C. D. Animação Interativa: um material potencialmente significativo para a aprendizagem de conceitos em física. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba, 2008.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- CALÇADA, C.S., SAMPAIO, J.L. **Física Clássica**: Cinemática. 2ª. Ed. São Paulo: Atual Editora, 1998.
- FIGUEIRA, A. C. M. **Investigando as concepções dos estudantes do ensino fundamental ao superior sobre ácidos e bases**. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.
- FIOLHAIS, C. e TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, . 3, p. 260, 2003.
- FUKE, L. F.; YAMAMOTO, K. **Física para o Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- FREITAS FILHO, P. J. de. **Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações em Arena**. 2.ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.
- GÓMEZ, A I. P. **Educação na era digital**: a escola educativa. São Paulo: Penso Editora, 2015.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**, Volume 1: Mecânica. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- HELOU; GUALTER; NEWTON. Física - **Cinemática**, vol. 1. São Paulo: Editora Saraiva, 2007.

- HEWITT, P. G. **Física conceitual** [recurso eletrônico] / Paul G. Hewitt; Tradução: Trieste Freire Ricci. Revisão técnica: Maria Helena Gravina. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- KAZUITO, Y.; FUKU, L. P. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: Saraiva, 2010.
- KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. São Paulo: Papirus, 2007.
- LEGEY, A.P.; MÓL, A.C.; BRANDÃO, F. **Você sabe o que é uma Sequência Didática?**. UNICARIOCA, 2021. Disponível em: <https://www.unicarioca.edu.br/acontece/noticias/voce-sabe-o-que-e-uma-sequencia-didatica>. Acesso em: 20 out. 2021.
- MAGNONI, R. A. **A física no ensino médio: possibilidades pedagógicas para o ensino da cinemática**. 2014. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.
- MORTALE, L. A.J; CORRALLO, M.V; GOMES, E.F. Uma Reflexão sobre o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino de Física (TDIC). **Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação**, v. 3, n. 1, 2017.
- MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.
- MOREIRA, M.A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa**. 1. ed. Porto Alegre, 2009.
- MOREIRA, M. A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Revista cultural La Laguna**. Espanha, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- MENEGOTTO, J.C.; FILHO, J.B. da R. Atitudes de estudantes do ensino médio em relação à disciplina de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. Vol. 7, N°2, 2008.
- LARIUCCI, C; NAPOLITANO, H. B. **Alternativa para o ensino da cinemática**. Revista Faculdade de Educação, UFG, v. 26, 2001.
- PEDUZZI, L. O. Q. **Evolução do Conceitos da Física**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011.
- PORTO, M.B.D.S.M.; PORTO, C.M. Alguns antecedentes medievais da cinemática moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.43, 2021.
- RICARDO, E.C.; FREIRE, J.C.A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 251 - 266, 2007.

ROSA, C. A. de P. **História da Ciência: a ciência moderna**. 2ª Ed. Brasília. FUNAG, 2012.

SANTANA, G. **Plano cartesiano**. Todo Estudo. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/matematica/plano-cartesiano>. Acesso em: 05 fev. 2022.

SANCHO, J. M. **Para uma Tecnologia Educacional**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SCRATCH. A. **Scratch (Scratch Documentation Site)**. Disponível em: http://info.scratch.mit.edu/About_Scratch. Acesso em: 25 jan. 2022.

SILVA, J. S. DA J.. **Conceitos básicos de Cinemática**, 2017. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/conceitos-basicos-cinematica.html>. Acesso em: 21 dez. 2022.

TIPLER, P; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6 Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2014.

PEDROSA, S. S. Instituto Metr pole Digital. **Física Aplicada a Jogos**. Disponível em: <https://materialpublic.imd.ufrn.br/curso/disciplina/5/3/1/5>. Acesso em: 21 jan. de 2022.

VALENTE, J. A. Por Quê o Computador na Educa o. Em J.A. Valente (org.). **Computadores e Conhecimento: repensando a educa o** (pp. 24-44). Campinas, SP: Gráfica da UNICAMP, 1993.

VALENTE, J.A. **Informática na educa o: confrontar ou transformar a escola**. São Paulo: Perspectiva, v. 13, n. 24, p. 41-49, 1995.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed Editora, 1998.

ZARA, R.A. Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física. In: Congresso: **II ENINED-Encontro Nacional de Informática e Educa o**, Cascavel, PR, Brasil. 2011.

APÊNDICE A – Produto Educacional

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JOSEMAR DA SILVA DE OLIVEIRA

INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA COM SUPORTE DE ANIMAÇÕES EM SCRATCH

MEDIANEIRA

2022

JOSEMAR DA SILVA DE OLIVEIRA

INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA COM SUPORTE DE ANIMAÇÕES EM SCRATCH

Introduction to Kinematics with support of animations in Scratch

Produto Educacional vinculado à Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Aparecido Zara

MEDIANEIRA

2022



[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.



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Medianeira**



JOSEMAR DA SILVA DE OLIVEIRA

INTRODUÇÃO À CINEMÁTICA COM SUPORTE DE ANIMAÇÕES EM SCRATCH

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 Maio de 2022

Dr. Reginaldo Aparecido Zara, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Elizandra Sehn, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Fernando Jose Gaiotto, Doutorado - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 17/05/2022.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	05
2 OBJETIVOS DO PE.....	06
3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS DO PE.....	07
4 SÍNTESE DAS ATIVIDADES.....	12
5 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	14
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICES.....	29
APÊNDICE 1 – PRÉ-TESTE – ADAPTAÇÃO.....	30
APÊNDICE 2 - ORIENTAÇÕES PARA MODIFICAÇÕES DAS SIMULAÇÕES....	33
APÊNDICE 3 - PÓS-TESTE APLICADO.....	36
APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO DIDÁTICO-METODOLÓGICO.....	41

1 INTRODUÇÃO

A Cinemática é parte da Física que estuda os movimentos sem preocupar-se com as causas, explorando tanto a análise matemática dos fenômenos observados quanto os conceitos físicos fundamentais para a compreensão desses fenômenos. É, possivelmente, o primeiro conteúdo formal que um aluno do ensino médio tem com a disciplina específica de Física, e é onde se formalizam as noções de movimento, repouso, posição, velocidade, aceleração, trajetória e referencial necessárias para a compreensão do conteúdo da disciplina.

Segundo os PCN (2002) a Física deve ser contextualizada, em articulação com outras áreas de conhecimento, não sendo fragmentada apenas na memorização de fórmulas. A formalização matemática é necessária, mas deve ser desenvolvida como síntese de conceitos e relações, compreendidos anteriormente de maneira fenomenológica e qualitativa.

O conteúdo de Cinemática é um dos primeiros a ser apresentado aos estudantes no ensino médio, e por muitas vezes é confundido com uma parte da Matemática, e por isso, deve ser cuidado para não induzir os estudantes a essa concepção. O conteúdo geralmente é apresentado com uma excessiva matematização, o que corrobora para o desenvolvimento de uma rejeição e dificuldades na aprendizagem.

Diante desses apontamentos, faz-se necessário uma reflexão sobre o ensino de Cinemática nas escolas, buscando a realização de atividades que tenham contextualização com a realidade dos estudantes. Sendo assim, surgem alguns questionamentos que motivaram o desenvolvimento/organização deste Produto Educacional (PE): Quais abordagens podem colaborar para ocorrer uma aprendizagem efetiva dos conceitos introdutórios de Cinemática? Quais metodologias se mostraram efetivas no processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos introdutórios de Cinemática? Seria possível compreender com mais efetividade os conceitos introdutórios de Cinemática com o suporte de atividades diferenciadas, explorados por meio de uma Sequência Didática (SD)?

Buscando as possíveis respostas, propôs-se o desenvolvimento de um PE, que tem como suporte animações em Scratch, o qual é apresentado, a seguir.

2 OBJETIVOS DO PE

O presente trabalho, enquanto PE foi elaborado com base na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel e estruturado em uma Sequência Didática (SD) com o suporte de animações em Scratch. Tem como objetivo geral auxiliar na aprendizagem dos conceitos introdutórios de Cinemática.

Como objetivos específicos do PE, temos:

- a) Explorar a construção dos conceitos fundamentais para a descrição do movimento dos objetos, destacando a importância da escolha dos referenciais e as definições de trajetória, deslocamento e distância percorrida;
- b) Implementar o uso das tecnologias no ensino de física, visando a utilização do Scratch;

3 FUNDAMENTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS DO PE

3.1 Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS)

O produto educacional (PE) foi estruturado com base na Teoria da Aprendizagem Significativa, a qual tem como objetivo considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, durante todo o processo de aprendizagem. Segundo Ausubel (1982), a valorização dos conhecimentos prévios possibilita uma construção de estruturas mentais por meio da utilização de mapas conceituais, abrindo uma descoberta e redescoberta de novos conhecimentos. Nessa perspectiva, a aprendizagem significativa é caracterizada pela interação entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos, sendo uma interação não-litera e não-arbitrária, ou seja, os novos conhecimentos possuem significado para o aprendiz e os conhecimentos prévios estabelecem novas concepções ou estruturas cognitivas mais sólidas (MOREIRA, 2010, p.2).

O PE visa a utilização de materiais didáticos e atividades interativas por meio de Scratch, os quais possibilitam uma integração dos conhecimentos de forma mais eficaz, tanto dos conhecimentos prévios (subsunçores), como dos novos conhecimentos. A recepção/acomodação desses novos conhecimentos está diretamente associada à existência de uma estrutura prévia, definida por Ausubel como subsunçor, tendo em vista que os novos conhecimentos não serão acomodados, caso não exista uma estrutura prévia para relacionar-se com o subsunçor. No caso do conteúdo abordado no PE, os conceitos introdutórios de Cinemática são abordados também no Ensino Fundamental, ou seja, pressupõe-se que os estudantes já tenham algum conhecimento sobre o assunto de Cinemática.

3.2 O uso da Sequência Didática (SD)

Como já mencionado anteriormente, o produto educacional em questão foi estruturado com base em uma Sequência Didática (SD).

Para Zabala (1998, p.18) SD é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos alunos”. Ainda, segundo Legey, Mól e Brandão (2021) a Sequência Didática (SD), nada mais é que

uma forma de organizar, metodologicamente, de forma sequencial, a execução das atividades. Essas atividades ajudam a melhorar o processo de aprendizagem, assim como a interação entre o professor e aluno. Salieta-se que o PE desenvolvido apresenta um conjunto de atividades, as quais podem ser adequadas à realidade dos estudantes, a fim de atender os objetivos pedagógicos definidos e assim promover uma aprendizagem significativa.

3.3 Cinemática: Alguns conceitos abordados

O estudo dos movimentos, suas causas e os conceitos relacionados à força e massa são objeto da Mecânica. A Cinemática é um ramo da Mecânica que lida com a descrição e caracterização do movimento sem preocupar-se com as causas (TIPLER e MOSCA, 2012, p.27). Na Cinemática podemos considerar qualquer corpo como uma partícula, e assim estudar seu movimento, desprezando seu tamanho, forma e movimento interno. Em geral, o estudo da cinemática do movimento envolve quatro grandezas fundamentais: deslocamento, velocidade e aceleração e intervalos de tempo, porém, aspectos conceituais (como noções de repouso, movimento relativo e sistemas de referência) sobre a física dos fenômenos em investigação são imprescindíveis para uma descrição adequada.

3.3.1 Sistemas referenciais e trajetória

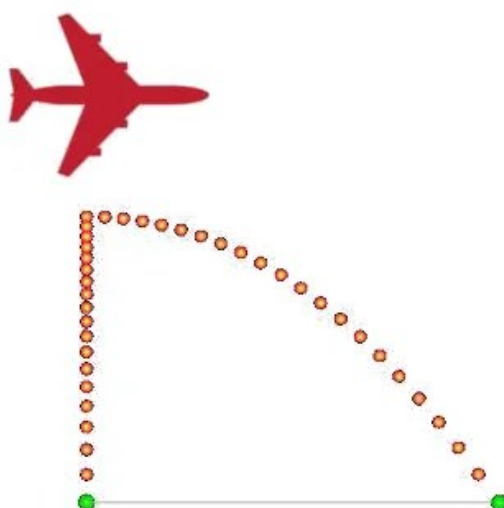
A ideia de movimento é relativa, pois para definir se o corpo está em movimento ou repouso, necessita-se de um referencial. A questão do Movimento relativo é um tópico imprescindível para compreensão dos conceitos da Teoria da Relatividade Restrita, apresentada por Einstein. De fato, na Relatividade Restrita, além de o conceito de movimento ser relativo (isto é, depender do sistema de referência), outras grandezas físicas são também relativas, como caso da posição de uma partícula. Einstein foi o primeiro a perceber que o intervalo de tempo entre a ocorrência de dois eventos é uma grandeza relativa, ao diferindo do que é considerado na Mecânica Clássica. No entanto, tanto na Física Moderna quanto na Física Clássica, para que o movimento possa ser descrito é necessária a compreensão do referencial nas visões dos diferentes observadores e a construção desta compreensão passa pelo estudo da cinemática.

Chamando de **referencial** ou **sistema de referência** o ente (objeto matemático ou um objeto físico) em relação ao qual identificamos se um corpo está em movimento ou em repouso, podemos tecer algumas considerações nos permitem estabelecer a noção de movimento e repouso de um ponto material:

- *Um ponto material está em movimento em relação a um referencial quando sua posição observada neste referencial muda com o passar do tempo.*
- *Um ponto material está em repouso em relação a um referencial quando sua posição observada neste referencial não muda com o passar do tempo.*

É interessante ressaltarmos também que a forma da trajetória descrita por um objeto também depende do referencial adotado. O conjunto de posições ocupadas por um corpo em um determinado intervalo de tempo é denominado como trajetória, sendo que esse conceito também é relativo. Quando se analisa a trajetória de um objeto em movimento a partir de referenciais diferentes, eles podem apresentar visões diferentes do mesmo movimento. Como exemplo simples, a figura 1, ilustra a situação em que um avião que libera uma carga durante o voo. Nessa ilustração é possível observar as diferentes descrições de trajetórias para carga, vistas por um observador passageiro do avião e por um observador que está no solo, ou seja, em diferentes referenciais.

Figura 1 - Visões de um mesmo movimento



Fonte: Silva (2017)

Para o observador passageiro do avião, a trajetória observada é retilínea enquanto o observador que está no solo é uma curva. Essa situação denota que para

um corpo em movimento, dependendo do referencial, trajetórias diferentes podem ser apontadas por diferentes observadores.

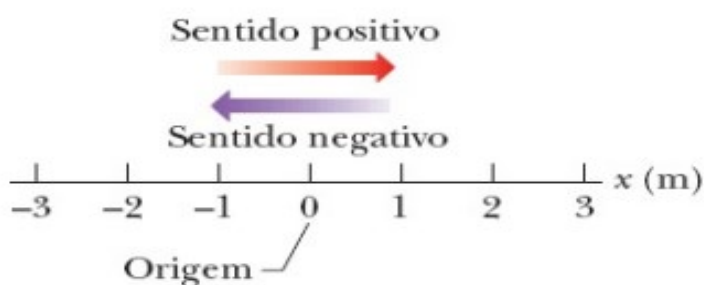
3.3.2 Posição, Deslocamento e Velocidade

Conceitualmente um ponto material está em repouso em relação a certo referencial quando as suas coordenadas (x , y , z) medidas neste referencial, permanecem sem variação no decorrer do tempo. Se pelo menos uma de suas coordenadas varia no decorrer do tempo, pode-se concluir que ele está em movimento em relação ao referencial adotado (CALÇADA e SAMPAIO, 1998, p.3).

Helou et. al. (2007) definem o referencial como um corpo (ou um conjunto de corpos) em relação ao qual são definidas as posições de outros corpos. Assim, quando se descreve o movimento de um corpo em um sistema de referência, é necessário compreender a sua posição e como ela varia ao longo do tempo.

Em relação a posição, Halliday, Resnick e Walker (2016) argumentam que localizar um objeto significa determinar a posição do objeto em relação a um sistema de referência que, no caso unidimensional, pode ser a origem (ou ponto zero) de um eixo. O sentido positivo do eixo é o sentido em que os números (coordenadas) que indicam a posição dos objetos aumentam de valor. Na grande maioria dos casos, esse sentido é para a direita e o sentido oposto é o sentido negativo, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Posição e Deslocamento



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2016)

Neste sistema de referência unidimensional podemos associar o deslocamento a uma mudança de posição entre a uma posição inicial (x_1) e uma posição final (x_2), expressando matematicamente na Equação (1):

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

Com relação a velocidade, é importante citar também o contexto histórico. Antes da época de Galileu, era comum as pessoas descrever os objetos em movimento de forma qualitativa indicando, por exemplo, como sendo “lento” ou “rápido” ou fazendo comparações entre essas “qualidades” da velocidade. Galileu Galilei recebe o crédito por ter sido o primeiro a medir velocidades sistematicamente, levando em conta a distância percorrida e o tempo decorrido no percurso desta distância. Ele definiu rapidez (ou o que chamamos hoje de velocidade escalar) como a distância percorrida por um objeto, por unidade de tempo (HEWITT, 2015).

Assim, a velocidade média (V_m) descreve “com que rapidez” uma partícula está se movendo, sendo expressa como a razão entre o deslocamento Δx e o intervalo de tempo Δt durante o qual esse deslocamento ocorreu (HALLIDAY, RESNICK, WALKER, 2016). Assim, se a partícula está em uma posição (x_1) no instante de tempo (t_1) e se move para uma outra posição (x_2) deste sistema de referência no tempo (t_2), a velocidade média do deslocamento efetuado neste intervalo de tempo pode ser calculada usando a Equação (2):

$$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

É importante ressaltar que unidade de velocidade no Sistema Internacional de Unidades (SI) é dada em metros por segundo (m/s), e que a velocidade de um corpo em repouso pode ser tomada como zero.

Esses conceitos introdutórios de Cinemática são essenciais para que os estudantes compreendam a classificação dos movimentos, assim como o conhecimento adequado dos referenciais, corrobora para outros assuntos, tais como a teoria da Relatividade Restrita.

4 SÍNTESE DAS ATIVIDADES

Devido ao momento pandêmico vivido a partir de março de 2020, a Sequência Didática teve que ser organizada por meio aulas remotas síncronas, direcionadas por meio das Plataformas Google Classroom e Google Meet, tendo como objetivo a apresentação dos conceitos introdutórios de Cinemática Linear, sendo aplicada na prática em março de 2021. Essa atividade prática contou com a participação de treze(13) estudantes da 1ª Série do Ensino Médio, da Escola Estadual Cívico-Militar Cândido Portinari, município de Ampére - Paraná.

A organização resumida das aulas encontra-se no Quadro 01, composto momentos, distribuição das atividades propostas, quantidades de aulas e tempo necessário para sua aplicação:

Quadro 01: Síntese das atividades que compõe o PE

MOMENTO	PRINCIPAIS ATIVIDADES	CARGA HORÁRIA
Primeiro	1) Levantamento de Concepções: A) Pré-teste; B) Ambientação do Scratch; C) Atividade 01 - Animação sobre Movimento e Repouso; D) Atividade 02 - Animação sobre os Referenciais; E) Exercícios de Fixação; F) Compartilhamento e Sistematização (Movimento e Repouso); G) Avaliação;.	2 horas/aula
Segundo	2) Representações Escritas e Diagramáticas: A) Sistematização de conteúdos (Plano cartesiano, posição, trajetória e deslocamento); B) Atividade 03 - Manipulação de pontos no Plano Cartesiano; C) Exercícios de Fixação; D) Compartilhamento; E) Avaliação.	2 horas/aulas
Terceiro	3) Descrição do Movimento: A) Sistematização de conteúdos (Deslocamento, intervalo de tempo e velocidade média); B) Atividade 04 - Velocidade Média; C) Exercícios de Fixação; D) Compartilhamento;	3 horas/aulas

	E) Avaliação (Pós-teste, Questionário didático-metodológico;	
--	--	--

Fonte: Autoria própria (2021)

5 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

A estruturação do Produto Educacional começa a ser pensada a partir das inquietações acerca das dificuldades encontradas no ensino de Cinemática, e assim busca-se uma alternativa, que nesse caso é a utilização do Programa Scratch.

Inicialmente a SD foi estruturada para ser aplicada presencialmente, mas devido ao momento educacional vivenciado por meio da pandemia pelo novo Coronavírus (COVID-19), foi adaptada para ser aplicada de forma remota. Dessa forma, utiliza-se a Plataforma Google Meet para orientação e realização das aulas síncronas, usando também como repositório de materiais a Plataforma Google Classroom.

A ideia principal do PE está na utilização de recursos tecnológicos, que tenham uma fácil manipulação e compreensão por parte dos alunos e professores. O recurso escolhido foi o Scratch, que é uma linguagem de programação e uma comunidade on-line, onde os estudantes e professores podem criar as suas próprias histórias, jogos e animações interativas e partilhar as suas criações com outros em todo o mundo (SCRATCH).

Com relação a SD, ela está organizada em momentos onde utilizam-se diferentes atividades, tais como: questionário pré-teste, animações, compartilhamentos, sistematizações, listas de exercícios, questionário pós-teste, para analisar a efetividade da proposta.

5.1 Primeiro Momento: Levantamento de concepções

Esse momento será essencial para o trabalho, pois será possível compreender quais são as concepções espontâneas ou prévias dos seus alunos sobre o movimento dos corpos.

Objetivos da aprendizagem:

- Conhecer as concepções prévias ou espontâneas sobre o movimento dos corpos;
- Evidenciar as visões de diferentes observadores sobre movimento ou repouso dos corpos;
- Introduzir a manipulação de animações usando o programa Scratch;

Conteúdos:

- Referencial, movimento, repouso, posição, trajetória e velocidade média.

Duração: 2 horas/aula – 50min

Desenvolvimento Metodológico:

A) Pré-teste :

Nessa primeira etapa os alunos irão responder o questionário inicial, que estará disponível no Anexo 01.

Esse questionário contém um experimento mental, que possibilita ao aluno uma reflexão inicial sobre o movimento ou repouso dos corpos, por meio desses dados você irá observar quais são as concepções prévias ou espontâneas de seus estudantes. Após a conclusão do pré-teste, o professor poderá realizar oralmente uma breve discussão sobre as respostas apresentadas no experimento mental.

B) Ambientação no Scratch:

A segunda etapa será realizada com o suporte de atividades desenvolvidas no Scratch. As simulações apresentadas podem ser modificadas, conforme Anexo 02 , assim como o professor poderá utilizar outras simulações disponíveis na Plataforma do Scratch.

Inicialmente o professor irá apresentar a Plataforma do Scratch aos alunos, explicando alguns comandos e suas funcionalidades. Esse momento terá como objetivo ambientar os alunos ao uso da Programação com Scratch, visto que a realidade das escolas da região ainda diverge dessas tecnologias. Importante salientar que em 2021 a rede estadual do Paraná contará com aulas de Programação, como um Projeto de Ampliação de Jornada Periódica) Após realizar a atividade de ambientação o professor irá utilizar como suporte as simulações desenvolvidas no Scratch. As atividades estão disponíveis nos links apresentados abaixo: (Sugestão: Realizar as atividades em duplas ou trios)

C) Atividade 01: Animação sobre Movimento e Repouso:

A simulação 01 tem por objetivo analisar as concepções e percepções dos alunos com relação ao movimento dos corpos. O professor poderá explorar os conceitos de movimento e repouso, assim como a importância dos referenciais. Disponível no link: <https://scratch.mit.edu/projects/491442696>.

Figura 03 - Animação em Scratch: Movimento e Repouso



Fonte: Autoria própria (2021)

D) Atividade 02: Animação sobre referenciais

A simulação 2 está relacionada com a primeira, visando evidenciar aos alunos as visões de diferentes observadores sobre o movimento ou repouso dos corpos. Além da simulação, o professor poderá também abordar as diferentes situações com observadores e referenciais diferentes. Disponível no link: <https://scratch.mit.edu/projects/491442956>.

Figura 04 - Animação em Scratch: Movimento Relativo



Fonte: Autoria própria (2021)

E) Exercícios de Fixação:

Inicialmente o professor deverá explicar o funcionamento das atividades, tais como comandos e instruções. Os alunos irão executar as atividades e após as observações irão responder individualmente no caderno os seguintes questionamentos propositivos:

Quadro 02 - Questões do Uso do Simulador

QUESTÕES SUGERIDAS - USO DO SIMULADOR
1. Na animação 01, como podemos afirmar que o Tucano está em movimento? E que o Leão está em repouso?
2. Na sua concepção, qual seria a importância de adotar um referencial?
3. Como podemos explicar as diferentes visões dos observadores na animação 02? Se ambos os animais estão em movimento, quem apresenta a maior velocidade?

Fonte: Autoria própria (2021)

F) Compartilhamento e Sistematização:

Esse será o momento de compartilhamento das conclusões sobre as observações. O professor mediador irá acompanhar todo o processo, visando compreender quais foram as observações realizadas pelos estudantes.

Após a conclusão do compartilhamento de respostas, o professor irá iniciar o momento de sistematização de conhecimentos, buscando retomar as ideias e conduzir as conclusões das atividades. Para esse momento o professor irá utilizar materiais de apoio, tais como: livros didáticos, textos produzidos, vídeos ou outros materiais selecionados pelo professor. Abaixo disponibilizamos algumas sugestões para o professor:

Quadro 03 - Sugestões de Materiais

<p>LIVROS DIDÁTICOS</p> <p>1) Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. Física (Ensino Médio), Vol.01, 1ª Ed. Editora Scipione, 2006.</p>
<p>VÍDEOS COMPLEMENTARES:</p> <p>1) https://www.youtube.com/watch?v=ssS9k2RK-XE</p> <p>2) https://www.youtube.com/watch?v=kk8xk8COODI</p>

Fonte: Autoria própria (2021)

G) Avaliação:

O professor poderá avaliar o estudante por meio de uma avaliação formativa e/ou somativa, visando acompanhar o desenvolvimento dos alunos em todas as etapas das aulas. No caso de uma avaliação somativa, o professor poderá atribuir valores para as atividades e questionários apresentados, visando sempre o desenvolvimento mais adequado dos estudantes.

5.2 Segundo momento: Representações escritas e diagramáticas.

Esse momento será essencial para retomar os conhecimentos do plano cartesiano, assim como compreender a importância do sistema de coordenadas para o estudo escrito ou diagramático dos movimentos dos corpos.

Objetivos da Aprendizagem:

- Retomar, de forma sistematizada, conhecimentos sobre plano cartesiano, tais como: eixos das ordenadas, eixo das abcissas, origem e os quatro quadrantes;

- Compreender a importância do sistema de coordenadas como referência no estudo do movimento;
- Localizar pontos no plano cartesiano e utilizá-los na determinação do deslocamento do objeto.

Conteúdos: Plano cartesiano, posição, deslocamento, distância percorrida e trajetória.

Duração: 2 horas/aula – 50min

Desenvolvimento Metodológico:

A) Sistematização de conteúdos:

Nesse momento o professor irá retomar alguns conceitos sobre plano cartesiano e suas aplicações no movimento, assim como deverá formalizar as ideias sobre posição, trajetória e deslocamento. Essa sistematização irá ocorrer com materiais de apoio escolhidos pelo professor, disponibilizamos algumas sugestões:

Quadro 4 - Sugestões de material

LIVROS-TEXTO:
1) Um estudo de Cinemática. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/cinematica/IGCin_texto.pdf
LIVROS DIDÁTICOS:
1) RAMALHO JUNIOR, Francisco; FARRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. 1940 – Os Fundamentos da Física . – 9ª ed. – São Paulo: Moderna, 2007.

Fonte: Autoria própria (2021)

B) Atividade 03 - Manipulação de Pontos no Plano Cartesiano:

Após a sistematização dos conceitos, o professor irá apresentar aos alunos a atividade 03 construída no Scratch, assim como os comandos e as informações sobre os questionamentos a serem respondidos.

Essa simulação tem por objetivo principal a localização de pares ordenados no plano cartesiano, assim como distância entre dois pontos inicial e final (deslocamento). Com essa simulação será possível trabalhar a diferenciação entre trajetória, deslocamento e distância percorrida. Disponível no link: <https://scratch.mit.edu/projects/491443118>.

Figura 05 - Animação em Scratch: Plano Cartesiano



Fonte: Autoria própria (2021)

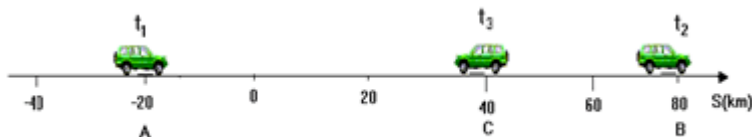
Após manipular e compreender o funcionamento da simulação, os estudantes deverão responder os questionamentos propostos abaixo.

C) Exercícios de Fixação:

1. Vocês deverão abrir o simulador, e responder quais são as coordenadas dos pontos A, B, C, D, E e F. Para responder, você deverá usar a seguinte ordem: (x,y). Exemplos: 2,3 ou -3,-4 (não coloque espaços entre os números e a vírgula).
2. Agora, supondo que um móvel saiu do ponto A, passando pelos pontos B, F e D, nessa ordem. Como você poderia calcular o deslocamento e distância percorrida? E quais os valores encontrados? (Atenção: adote apenas trajetórias retilíneas).
3. Supondo que um móvel saiu do ponto C, passou pelo ponto D, e depois pelo ponto A, e assim resolveu retornar ao ponto C. Qual foi o deslocamento realizado pelo móvel? E a distância percorrida? (Atenção: adote apenas trajetórias retilíneas).

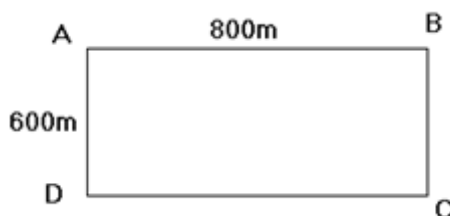
Questões extras - caderno:

1. Um móvel parte de um ponto A sobre uma trajetória e vai até uma posição B e, em seguida, retorna para C. Observe a figura e responda o que se pede.



- Qual a distância percorrida de A até B?
- Qual o deslocamento efetuado pelo carro de A até B?
- Qual a distância total percorrida pelo carro desde o instante t_1 até o instante t_3 ?
- Qual o deslocamento total percorrido pelo carro desde o instante t_1 até o instante t_3 na posição C?

2. Uma atleta partindo de A, dá volta em uma pista retangular como mostra a figura abaixo. Determine a distância percorrida e o seu deslocamento desde o momento da partida nos seguintes casos:



- A distância percorrida por ela quando se encontra em B e posteriormente em C;
- O seu deslocamento nessas respectivas posições;
- A distância percorrida e o deslocamento em uma volta completa.

D) Compartilhamento:

Após a resolução das atividades, o professor irá propor um momento para compartilhamento das respostas. Esse espaço é essencial para que o estudante possa confrontar suas respostas com as dos demais colegas. O professor mediador deverá fazer alguns questionamentos, visando os conceitos abordados no momento de sistematização.

E) Avaliação:

O professor poderá avaliar seus alunos de maneira formativa e somativa. Na avaliação formativa poderá avaliar o aluno em todos os momentos, analisando sempre os desenvolvimentos dos mesmos. Com relação a avaliação somativa, será possível atribuir valores para o desenvolvimento das questões realizadas com o suporte do simulador e/ou as questões propostas para realização no caderno.

5.3 Terceiro momento: Descrição do movimento

Esse momento será fundamental para compreender os conceitos de velocidade e velocidade média, assim como sintetizar as primeiras ideias sobre a descrição dos movimentos.

Objetivos de aprendizagem:

- Explorar as animações do Scratch para simular diferentes situações de movimento envolvendo velocidade média;
- Compreender o conceito físico de velocidade e velocidade média;
- Avaliar a possível evolução conceitual desenvolvida durante a aplicação da Sequência Didática, por meio da aplicação de um pós-teste.

Conteúdos: Deslocamento, velocidade média e intervalo de tempo.

Duração: 3 horas/aula – 50min

Desenvolvimento Metodológico:

A) Sistematização:

O objetivo desse momento de aprendizagem é compreender o conceito físico de velocidade média, tendo em vista que a velocidade média é a razão entre o deslocamento e o intervalo de tempo. O professor mediador irá realizar uma aula dialogada utilizando material de apoio como livros didáticos, sites, vídeos outros

materiais selecionados pelo professor, abaixo algumas sugestões de materiais de apoio

Quadro 5 - Sugestões de material

LIVROS DIDÁTICOS

1) Fonte: RAMALHO JUNIOR, Francisco; FARRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. 1940 – **Os Fundamentos da Física**. – 9ª ed. – São Paulo: Moderna, 2007.

VÍDEOS COMPLEMENTARES:

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=HCIU7jSeh8E>
- 2) https://www.youtube.com/watch?v=QYxRg_GUk98

Fonte: A autoria própria (2021)

B) Atividade 04 - Velocidade Média:

Após a sintetização dos conceitos físicos, o professor irá propor a utilização de mais uma atividade usando o programa Scratch e posteriormente a resolução de algumas atividades sobre velocidade média. Para iniciar as atividades, o professor mediador irá explicar a dinâmica da atividade, explicando os comandos e os objetivos da mesma. Disponível no link: <https://scratch.mit.edu/projects/491443353>.

Figura 06 - Atividade no Scratch sobre Velocidade Média



Fonte: A autoria própria (2021)

Essa simulação foi construída para realizar diferentes cálculos de velocidade média, trabalhando com as unidades medida mais usuais (m/s e km/h). O professor

pode adaptar sua utilização de acordo com as necessidades de sua turma. Após a simulação os estudantes realizarão as atividades propostas:

C) Exercícios de Fixação:

Questões sugeridas - Simulador:

1. O simulador que você acessou tem por objetivo mostrar de maneira prática os cálculos para velocidade média. Por isso, você deverá usar CINCO valores distintos para o deslocamento e intervalo de tempo do corredor e verificar manualmente se os cálculos conferem com a simulação apresentada. (DICA: Lembre das unidades de medida)
2. De acordo com as informações apresentadas pelo professor e os testes realizados no simulador, qual é a importância de calcular uma velocidade média para o movimento dos corpos? E em que situações do cotidiano você observa esse conceito físico aplicado?

Questões sugeridas - Caderno:

1. Laura estava passeando no parque com uma velocidade de 10 m/s em sua bicicleta. Realizando a conversão de unidades, qual seria essa velocidade se expressassem em quilômetros por hora?
 - a) 12 km/h
 - b) 10 km/h
 - c) 24 km/h
 - d) 36 km/h
2. Ao cobrar uma falta em um jogo de futebol, um jogador imprime à bola uma velocidade de 43,2 km/h. Sabendo que a bola gasta 3 s até atingir as redes, determine a distância percorrida.
 - a) 36 m
 - b) 48 m
 - c) 52 m

- d) 75 m
- e) 28 m

3. (UNESP-SP) Ao passar pelo marco “km 200” de uma rodovia, um motorista vê um anúncio com a inscrição: “ABASTECIMENTO E RESTAURANTE A 30 MINUTOS”.



Considerando que esse posto de serviço se encontra junto ao marco “km 245” dessa rodovia, pode-se concluir que o anunciante prevê, para os carros que trafegam nesse trecho, uma velocidade média, em km/h, de:

- a) 80
- b) 90
- c) 100
- d) 110
- e) 120

4. (UEPA) Furacões são ciclones tropicais que ocorrem no Oceano Atlântico e a leste do oceano Pacífico Central. Um desses furacões, o Katrina, foi o pior que atingiu os Estados Unidos nos últimos anos. Admita que o Katrina se movia em direção ao continente a uma velocidade constante de 24 km/h, com ventos de até 120 km/h. Nestas condições, quando o Katrina se encontrava a uma distância de 1.200 km de uma cidade, foi acionado o sistema de alerta e vigilância de furacões do governo americano. Contado a partir desse instante, o tempo, em horas, que a população teve para se prevenir do furacão foi:

- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50

D) Compartilhamento:

Após resolver as atividades, o professor irá mediar o compartilhamento das respostas, esse processo permite que o aluno compreenda e relacione os seus conhecimentos com os demais colegas. O professor deve estar atento às respostas dos alunos, visando realizar uma mediação que possibilite a compreensão dos fenômenos físicos apresentados.

E) Avaliação:

1) Pós-teste: Concluída a etapa de feedback, o professor irá propor um pós-teste. Essa atividade contempla os conteúdos abordados durante esse roteiro de aprendizagem. A aplicação do Pós-teste serve para acompanhamento da evolução conceitual proporcionada pelas atividades da Sequência Didática. O pós-teste encontra-se no ANEXO 3.

2) Questionário didático-metodológico: Para concluir a Sequência Didática, será aplicado um questionário aos alunos visando a coleta de opiniões sobre as atividades. Esse questionário encontra-se no ANEXO 4.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho apresentamos uma Sequência Didática para o ensino de Cinemática, tendo como suporte animações desenvolvidas em Scratch. O conteúdo em questão, é um dos primeiros tópicos de Mecânica a ser trabalhado no ensino médio e muitas pode acabar sendo matematizado, contribuindo para o surgimento de uma aversão dos estudantes ao estudo da Física. A proposta leva em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, até mesmo os conhecimentos tecnológicos para utilização das simulações em Scratch.

Observamos que a aplicação de recursos tecnológicos favorece a aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes, tendo como ideia principal a integração entre a teoria e prática, proporcionando um desenvolvimento de habilidades específicas sobre os conceitos introdutórios de Cinemática no Ensino Médio.

O desenvolvimento das atividades propostas permite uma análise quantitativa e qualitativa dos resultados obtidos por meio da prática docente, isso permite com que o professor aplique aulas mais dinâmicas e efetivas para o processo de ensino e aprendizagem.

Por fim, pensando nos resultados favoráveis na aplicação do PE, pontua-se que as atividades propostas na SD podem ser utilizadas com sucesso para trabalhar os conceitos introdutórios de Cinemática. No entanto, vale ressaltar que o professor pode realizar as adaptações necessárias no conjunto de atividades para trabalhar com os diferentes públicos-alvo, ou necessárias às particularidades de sua turma.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- CALÇADA, C.S., SAMPAIO, J.L. **Física Clássica**: Cinemática. 2ª. Ed. São Paulo: Atual Editora, 1998.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física**, Volume 1: Mecânica. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- HELOU; GUALTER; NEWTON. Física - **Cinemática**, vol. 1. São Paulo: Editora Saraiva, 2007.
- HEWITT, P. G. **Física conceitual** [recurso eletrônico] / Paul G. Hewitt; Tradução: Trieste Freire Ricci. Revisão técnica: Maria Helena Gravina. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- LARIUCCI, C; NAPOLITANO, H. B. **Alternativa para o ensino da cinemática**. Revista Faculdade de Educação, UFG, v. 26, 2001.
- LEGEY, A.P.; MÓL, A.C.; BRANDÃO, F. **Você sabe o que é uma Sequência Didática?**. UNICARIOCA, 2021. Disponível em: <https://www.unicarioca.edu.br/acontece/noticias/voce-sabe-o-que-e-uma-sequencia-didatica>. Acesso em: 20 out. 2021.
- MAGNONI, R. A. **A física no ensino médio**: possibilidades pedagógicas para o ensino da cinemática. 2014. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.
- SILVA, J. S. DA J.. **Conceitos básicos de Cinemática**, 2017. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/conceitos-basicos-cinematica.html>. Acesso em: 21 dez. 2022.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – PRÉ-TESTE (ADAPTAÇÃO)

Como você responderia o seguinte questionamento:

- Você está em movimento ou em repouso?

Difícil, não é mesmo? Porém, iremos você irá realizar um experimento mental para tirar suas próprias conclusões. Analise o experimento mental abaixo e responda as questões solicitadas.

Experimento mental: Observe a situação ilustrada na figura abaixo. Uma pessoa está parada à beira de uma rodovia (observador O) e observa um poste de luz e os faróis de um carro (carro A) que se aproxima a uma velocidade constante de $v_A=60$ km/h. Você está dirigindo outro carro (carro B) com uma pessoa de carona sentada ao seu lado, no sentido oposto da rodovia e se distanciando do observador O. Observando o velocímetro você percebe que está a $v_B=80$ km/h, com velocidade constante. Mantendo esta velocidade constante você ultrapassa uma ambulância (carro C) cujo velocímetro marca uma velocidade constante de $v_C=60$ km/h.

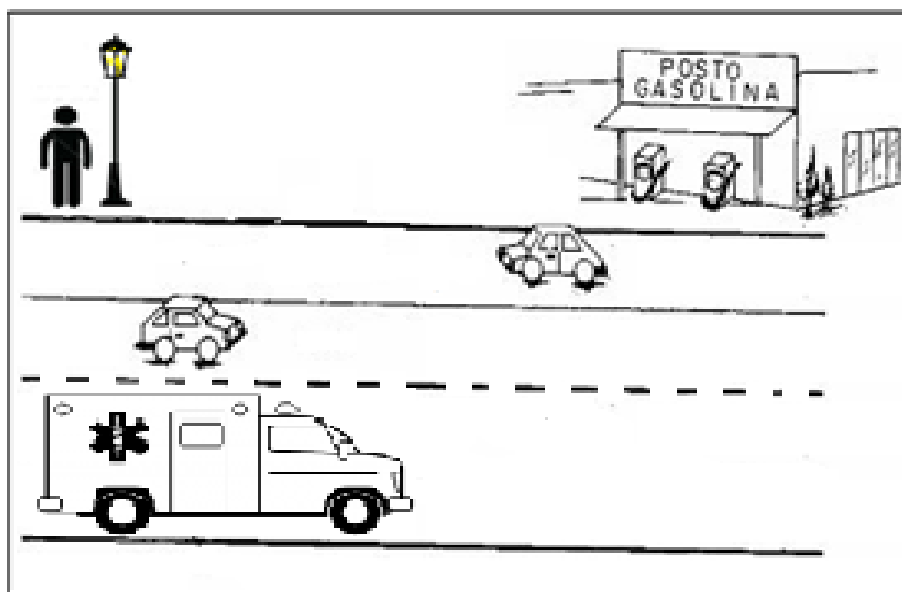


Figura 1: Ilustração da situação-problema descrita no experimento mental.

1. Considerando os conceitos de repouso e de movimento é correto dizer que:

- Apenas a pessoa e o poste estão em repouso.
- Apenas você e o carona estão em repouso.
- Não é possível distinguir quem está em repouso e quem está em movimento.
- Nenhuma das alternativas.

Comente sua resposta

2. Considerando os conceitos de repouso e de movimento é incorreto dizer que:

- a. A pessoa e o poste estão em repouso em relação ao piso da rodovia.
- b. A pessoa está em repouso em relação ao poste e o carona está em repouso em relação a você.
- c. É necessário encontrar um referencial em repouso absoluto para decidir o que está em repouso e o que está em movimento.
- d. Nenhuma das alternativas.

Comente sua resposta

3. Com relação à variação da distância entre os carros o observador parado à beira da rodovia:

- a. Vê os carros se aproximando a 60 km/h.
- b. Vê os carros se aproximando a 80 km/h.
- c. Vê os carros se aproximando a 140 km/h.
- d. Nenhuma das alternativas.

Comente sua resposta

4. Com relação à ambulância que se move à sua frente no mesmo sentido que o seu carro, o motorista do carro A:

- a. Vê seu carro se aproximando da ambulância a 140 km/h.
- b. Vê seu carro se aproximando da ambulância a 120 km/h.
- c. Vê seu carro se aproximando da ambulância a 20 km/h.
- d. Nenhuma das alternativas.

Comente sua resposta

5. Após ultrapassar a ambulância e antes de cruzar com o carro A:

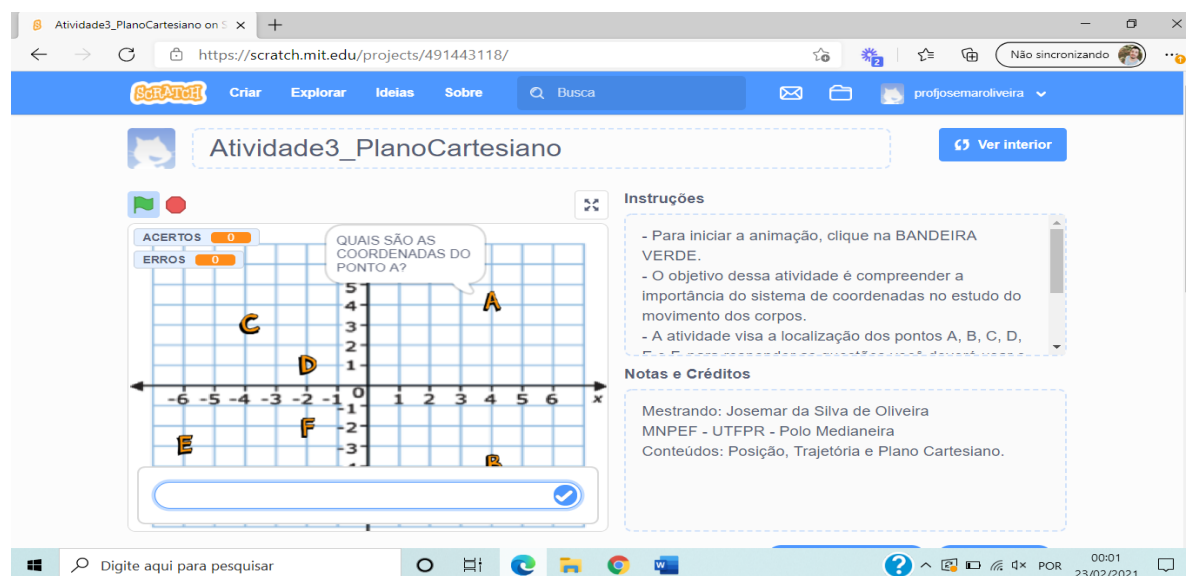
- a. O observador parado vê seu carro se afastando da ambulância a 20 km/h.
- b. O observador parado vê seu carro se afastando a 80 km/h.
- c. O observador parado vê o seu carro se aproximando do carro A a 140 km/h.
- d. Todas as alternativas.

Comente sua resposta

APÊNDICE 2 - ORIENTAÇÕES PARA MODIFICAÇÕES DAS SIMULAÇÕES

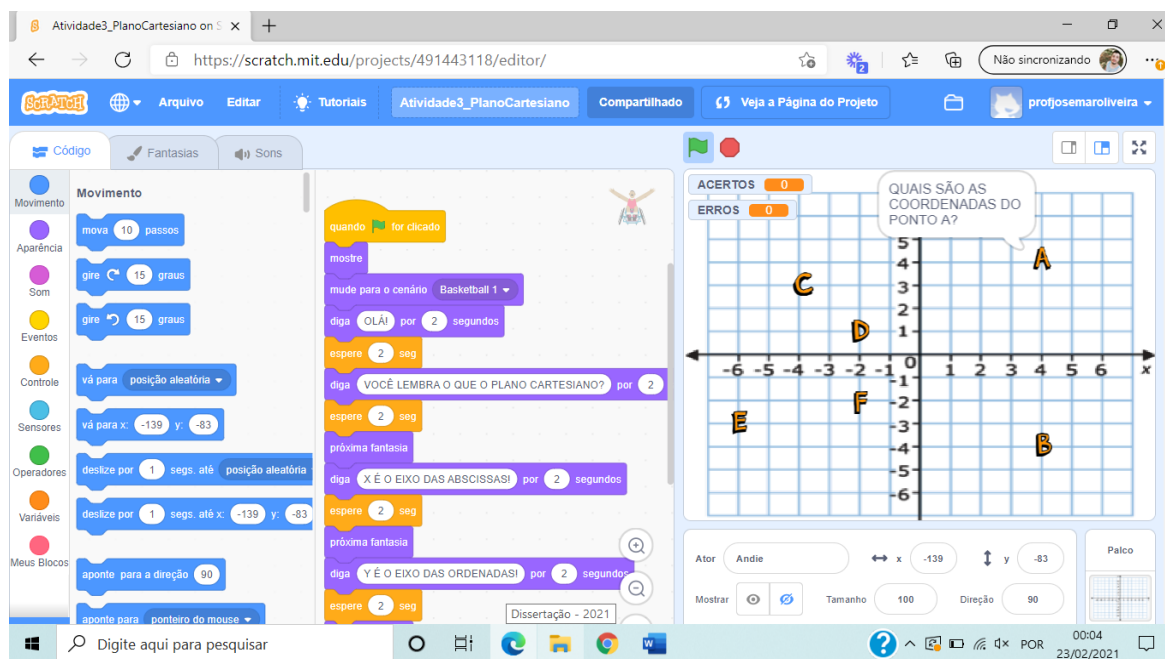
As animações implementadas são de uso livre, inclusive para adaptações a outras situações que o professor deseje. Assim, segue abaixo algumas orientações para o usuário possa fazer as alterações ou adaptações que julgar necessário. Lembramos que o Scratch possui grande disponibilidade de manuais e tutoriais detalhados para que os interessados possam consultar. As orientações que seguem referem-se às implementações apresentadas neste Produto Educacional.

PASSO 1: Para alterar as simulações/animações, você deve acessar o link da mesma e clicar no botão VER INTERIOR, que se encontra no canto superior direito.



The screenshot displays a Scratch project interface. At the top, the browser address bar shows the URL <https://scratch.mit.edu/projects/491443118/>. The Scratch logo and navigation buttons (Criar, Explorar, Ideias, Sobre) are visible. The project title is 'Atividade3_PlanoCartesiano'. A 'Ver interior' button is located in the top right corner. The main workspace features a Cartesian coordinate system with x and y axes ranging from -6 to 6. Points A, B, C, D, E, and F are plotted on the grid. A speech bubble above point A asks 'QUAIS SÃO AS COORDENADAS DO PONTO A?'. On the left, there are counters for 'ACERTOS' (0) and 'ERROS' (0). On the right, the 'Instruções' section contains the following text: '- Para iniciar a animação, clique na BANDEIRA VERDE.', '- O objetivo dessa atividade é compreender a importância do sistema de coordenadas no estudo do movimento dos corpos.', and '- A atividade visa a localização dos pontos A, B, C, D, E, F.'. Below the instructions, the 'Notas e Créditos' section lists: 'Mestrando: Josemar da Silva de Oliveira', 'MNPEF - UTFPR - Polo Medianeira', and 'Conteúdos: Posição, Trajetória e Plano Cartesiano.' The Windows taskbar at the bottom shows the search bar and system tray with the date 23/02/2021 and time 00:01.

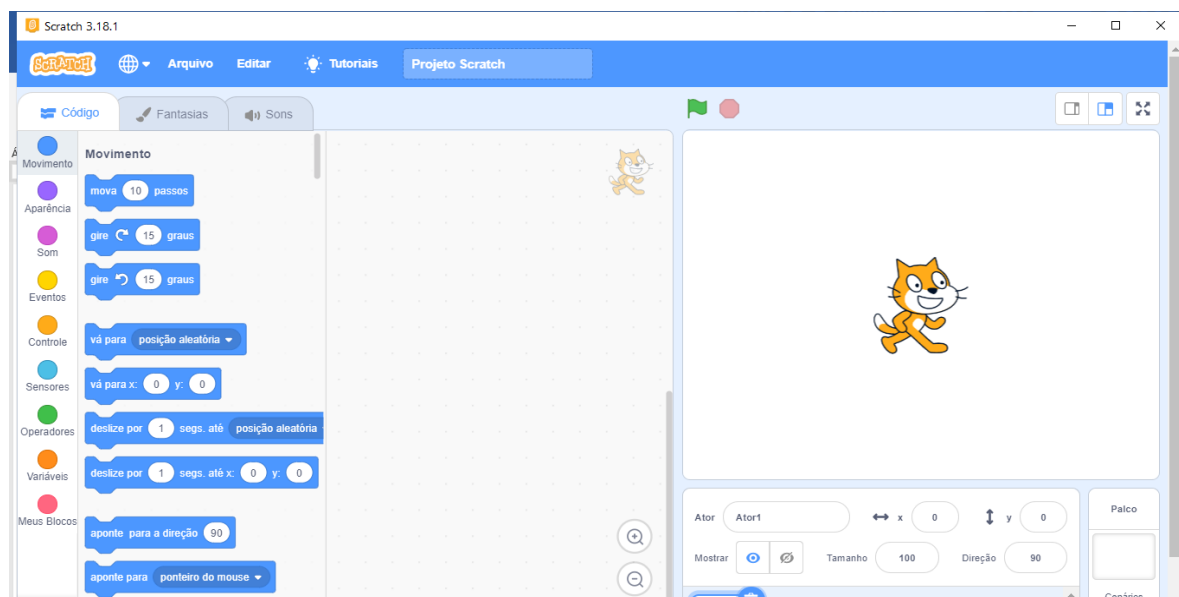
PASSO 2: Nesse espaço você terá acesso ao código-fonte das animações, podendo editar o mesmo, ou até usar como exemplo para novas criações.



BLOCOS DE PROGRAMAÇÃO: Os blocos de programação estão localizados no canto esquerdo, tanto na versão online ou offline. Os blocos são divididos em: Movimento, Aparência, Sons, Eventos, Controle, Sensores, Operadores, Variáveis e Mais blocos (onde você pode adicionar extensões). Na figura abaixo ilustra-se um trecho do código implementado. O usuário pode alterar livremente os valores numéricos indicados, e observar o comportamento da animação frente aos novos parâmetros escolhidos.



DOWNLOAD: Para fazer download do Scratch entre no site <http://scratch.mit.edu/download> e após preencher um formulário você poderá escolher a versão para download, sendo ele gratuito. Abaixo apresentamos a tela inicial do Scratch 3 (Versão: 3.18.1/ Off-line Editor):



APÊNCIDE 3 - PÓS-TESTE APLICADO

1. (UFSM – 2010) O conceito de referencial inercial é construído a partir dos trabalhos de Galileu Galilei e Isaac Newton, durante o século XVII. Sobre esse conceito, considere as seguintes afirmativas:

I - Referencial é um sistema de coordenadas e não um corpo ou conjunto de corpos.

II - O movimento é relativo, porque acontece de modo diferente em diferentes referenciais. III - Fixando o referencial na Terra, o Sol se move ao redor dela.

Está(ão) correta(s):

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) I, II e III.

Comente sua resposta

2. (UEPG-PR) Analise as proposições abaixo e marque cada uma delas com V (verdadeiro) ou F (falso):

() O estudo da trajetória de uma partícula independe do referencial adotado.

() Uma partícula que está em movimento em relação a um referencial pode estar em repouso em relação a outro.

() Se dois móveis se deslocam por uma estrada retilínea com velocidades constantes e iguais, e no mesmo sentido, um está em repouso em relação ao outro.

A sequência correta obtida é:

- a) F – V – F
- b) F – F – V
- c) V – F – V
- d) V – V – F
- e) F – V – V

Comente sua resposta

3. (CEFET-PR) Imagine um ônibus escolar parado no ponto de ônibus e um aluno sentado em uma de suas poltronas.

Quando o ônibus entra em movimento, sua posição no espaço se modifica: ele se afasta do ponto de ônibus. Dada esta situação, podemos afirmar que a conclusão ERRADA é que:

- a) o aluno que está sentado na poltrona, acompanha o ônibus, portanto também se afasta do ponto de ônibus.
- b) podemos dizer que um corpo está em movimento em relação a um referencial quando a sua posição muda em relação a esse referencial.
- c) o aluno está parado em relação ao ônibus e em movimento em relação ao ponto de ônibus, se o referencial for o próprio ônibus.
- d) neste exemplo, o referencial adotado é o ônibus.
- e) para dizer se um corpo está parado ou em movimento, precisamos relacioná-lo a um ponto ou a um conjunto de pontos de referência.

Comente sua resposta

04. (CEFET) Num Shopping há uma escada rolante de 6 m de altura e 8 m de base que transporta uma pessoa entre dois andares consecutivos num intervalo de tempo de 20 s. A velocidade média desta pessoa, em m/s, é:

- a) 0,2
- b) 0,5
- c) 0,9
- d) 0,8
- e) 1,5

Comente sua resposta

05. (UNESP-SP) O motorista de um automóvel deseja percorrer 40km com velocidade média de 80km/h. Nos primeiros 15 minutos, ele manteve a velocidade média de 40km/h.

Para cumprir seu objetivo, ele deve fazer o restante do percurso com velocidade média, em km/h, de:

- a) 160.
- b) 150.
- c) 120.
- d) 100.
- e) 90.

Comente sua resposta

06. Um professor de Física, durante uma de suas aulas, perguntou aos alunos: “*Por que podemos dizer que estamos todos em movimento mesmo que sentados em nossas carteiras?*” Ao dar a resposta correta, um dos alunos disse:

- a) Porque o Sol sempre é o referencial adotado, uma vez que é o corpo mais massivo do sistema solar; então, estamos executando o movimento de translação com a Terra.
- b) Porque se adotarmos um referencial no espaço, como a Lua, a Terra estará em movimento e nós nos movimentamos com o planeta.
- c) Porque a Terra executa um movimento de translação ao redor de seu próprio eixo.
- d) Porque nada pode permanecer totalmente parado.

Comente sua resposta

07. Imagine que um paraquedista saltará de uma aeronave que se movimenta em uma trajetória retilínea, horizontal e para a direita. Ao saltar e deixar o movimento acontecer naturalmente, qual será a trajetória do paraquedista até chegar ao chão?

- a) A trajetória do paraquedista será retilínea, vertical e para baixo.
- b) A trajetória do paraquedista será uma reta, na diagonal, para baixo e para a esquerda.
- c) A trajetória do paraquedista será uma reta, na diagonal, para baixo e para a direita.
- d) A trajetória do paraquedista será uma curva para baixo e para a esquerda.
- e) A trajetória do paraquedista será uma curva para baixo e para a direita.

Comente sua resposta

08. Considere a seguinte situação. Um ônibus movendo-se numa estrada e duas pessoas: **A** sentada no ônibus e **B** parada na estrada. Ambas observam uma lâmpada fixa no teto do ônibus. **A** diz: "A lâmpada não se move em relação a mim, uma vez que a vejo sempre na mesma posição". **B** diz: "A lâmpada está se movimentando, uma vez que ela está se afastando de mim". Assinale a alternativa correta.

- a) A está errada e B está certa.
- b) A está certa e B está errada.
- c) Ambas estão erradas.
- d) Cada uma, dentro do seu ponto de vista, está certa.
- e) Não é possível determinar qual delas está certa.

Comente sua resposta

09. (VUNESP) Ao passar pelo marco "km 200" de uma rodovia, um motorista vê um anúncio com a inscrição "Abastecimento e Restaurante a 30 minutos". Considerando-

se que esse posto de serviços se encontra junto ao marco "km 260" dessa rodovia, pode-se concluir que o anunciante prevê, para os carros que trafegam nesse trecho, uma velocidade média, em km/h, de:

- a) 80
- b) 90
- c) 100
- d) 110
- e) 120

Comente sua resposta

10. Para atravessar um túnel de 1.800 m de comprimento, um trem de 400 m de comprimento, com velocidade de 20 m/s, gasta um tempo de:

- a) 10 s
- b) 1 min
- c) 200 s
- d) 1min50s
- e) 2min 50s

Comente sua resposta

APÊNDICE 4 - QUESTIONÁRIO DIDÁTICO-METODOLÓGICO

Prezados alunos, o material desenvolvido tem por objetivo a implementação de ferramentas tecnológicas no ensino de Física, aliados a metodologias já aplicadas na educação. Sua participação neste questionário é muito importante, para que possamos avaliar o material desenvolvido para o ensino de cinemática.

Agradeço a participação de todos!

Prof. Josemar da Silva de Oliveira

COLÉGIO:

TURMA:

SEXO: () F () M

IDADE:

1. De acordo com os estudos realizados sobre Cinemática por meio dessa sequência didática, como você avalia o seu nível de aprendizagem:

- () Suficiente, aprendi integralmente.
- () Suficiente, aprendi parcialmente.
- () Insuficiente, fiquei com muitas dificuldades.
- () Insuficiente, não aprendi nada.

2. O material desenvolvido utilizou alguns recursos tecnológicos inovadores. Com relação a esses recursos, você considera que eles foram eficientes para a sua aprendizagem:

- () Sim, foram eficientes.
- () Parcialmente.
- () Não foram eficientes.
- () Outros _____

3. Quais conteúdos você considera que foram aprendidos de maneira adequada? E quais você considera que ficaram com defasagens?

4. Com relação ao material didático apresentado, você o considera como:

() Excelente.

() Muito bom.

() Bom.

() Regular.

() Péssimo

5. Deixe um comentário geral sobre as atividades propostas. (Nesse espaço você pode deixar suas sugestões, elogios e reclamações)