



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA**

DANIEL FERNANDES CARNEIRO

**GRANDEZAS ESCALARES E VETORIAIS E SUAS
ATRIBUIÇÕES NA FÍSICA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA:
Vídeo e Jogo no Simulador Blender como Suporte
Educativo**

MARABÁ-PA
2020

Daniel Fernandes Carneiro

GRANDEZAS ESCALARES E VETORIAIS E SUAS ATRIBUIÇÕES NA FÍSICA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA: Vídeo e Jogo no Simulador Blender como Suporte Educacional

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa) polo 29 no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Fernanda Carla Lima Ferreira

MARABÁ-PA
2020

Daniel Fernandes Carneiro

GRANDEZAS ESCALARES E VETORIAIS E SUAS ATRIBUIÇÕES NA
FÍSICA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA: Vídeo e Jogo no Simulador
Blender como Suporte Educacional

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Fernanda Carla Lima Ferreira

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará para conclusão do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Marabá, 17 de dezembro de 2020.

Aprovada por

Prof^a. Dr. Fernanda Carla Lima Ferreira (Orientadora/UNIFESSPA)

Prof^a. Dr. Maria Liduina das Chagas (Avaliadora interno/UNIFESSPA)

Prof. Dr. Gilberto Dantas Saraiva (Avaliador Externo/ UECE)

Marabá - PA
2020

Carneiro, Daniel Fernandes

Grandezas escalares e vetoriais e suas atribuições na física para a Educação Básica: vídeo e jogo no simulador Blender como suporte educacional/Daniel Fernandes Carneiro; Orientadora: Fernanda Carla Lima Ferreira, 2020. 00 p. 156

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Exatas, Faculdade de Física, Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Marabá, 2020.

Referências Bibliográficas:

1. Ensino de Física.
2. Cinemática/dinâmica.
3. Lançamento oblíquo/plano inclinado.
4. Aprendizagem significativa de Ausubel/PCNEM/BNCC. I. Carneiro, Daniel Fernandes. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

“A gravidade explica os movimentos dos planetas, mas não pode explicar quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e sabe tudo que é ou que pode ser feito”.

Isaac Newton

Dedico aos meus filhos Maykon Danillo Fernandes de Souza, Maykon Lucas de Souza Carneiro, Bianka Fernandes Barros e Davi Fernandes Barros, a minha esposa Dayane Pereira de Barros, aos meus pais João Fernandes Carneiro e Lindalva Elias Carneiro e a todas as pessoas que me incentivaram a estudar durante toda minha jornada educacional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela sua infinita bondade, permitiu que eu pudesse concretizar mais esta jornada, dando-me a oportunidade de continuar meus estudos.

Aos meus pais que sempre me motivou a estudar, mostrando o caminho do conhecimento para vida.

A minha esposa, que aceitou as condições para que eu pudesse viajar semanalmente longa distância, até ao polo universitário durante o período do curso. Abraçando comigo as dificuldades enfrentadas nesta jornada.

Aos meus quatro filhos, que tanto me orgulha.

À Prof^a. Dr^a. Fernanda Carla Lima Ferreira pela dedicação e acompanhamento da minha dissertação como orientadora.

Ao professor Cicero Barbosa Silva, Secretário Municipal de Educação do município de Ourilândia do Norte pelo apoio irrestrito aos profissionais da educação que se capacitam através da formação continuada.

À prefeitura e Câmara Municipal de Ourilândia do Norte.

Ao meu amigo e professor e vereador Deuseval Borges Ribeiro por ser um grande incentivador da educação profissional.

À diretora Arlene de Oliveira Reis, que cedeu o espaço escalar para que eu pudesse desenvolver o produto educacional e outras atividades do mestrado.

Aos professores do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa).

Aos profissionais da Unifesspa que desempenharam para que esta instituição de ensino tornasse polo para o programa de mestrado (MNPEF).

À SBF pela iniciativa de coordenar o curso de mestrado em física em todo território nacional.

Aos meus amigos Gleybison, Márcio, Rafael e Gilmar por compartilharmos o alojamento e por fazer parte dos nossos grupos de estudos mediante a necessidade.

Aos alunos que fizeram parte da turma do MNPEF-2018-Unifesspa/POLO 29, pela amizade que tivemos durante o curso.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MEC- Secretaria de educação; Ministério da Educação e Cultura

PE - Produto educacional;

OCEM - Orientações Curriculares para o Ensino Médio;

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio;

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais;

LDBEN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional;

BNCC - Base Nacional Comum Curricular;

SEI - Sequência de Ensino Investigativa.

MRU – Movimento retilíneo uniforme

MRUV – Movimento retilíneo uniforme variado

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

BIPM - Bureau Internacional de Pesos e Medidas

CGPM - Conferência Geral de Pesos e Medidas

M1TR02 – M: Ensino Médio; 1: Primeiro Ano; T: turno da tarde, R: Ensino Regular;
02: Segunda Turma.

SEDUC- PA – Secretaria Estadual de Educação do Pará

LISTA DAS FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Imagem do protótipo internacional do quilograma K, servindo como unidade base do SI | 33 |
| Figura 2 – Apresentação gráfica da função $S=f(t)$, no MRU | 40 |
| Figura 3 – Apresentação gráfica de uma função do tipo $S=f(t)$, para obter a velocidade instantânea | 41 |
| Figura 4 – Apresentação gráfica da função do tipo $V=f(t)$, no MRUV | 42 |
| Figura 5 – Apresentação gráfica de função $V=f(t)$, para obter a função do tipo $S=f(t)$ no MRUV | 43 |
| Figura 6 – Esquema do plano inclinado e suas componentes vetoriais | 45 |
| Figura 7 – Esquema do lançamento oblíquo e suas componentes vetoriais | 46 |
| Figura 8 – representação de vetores | 51 |
| Figura 9 – representação de vetores (soma) | 52 |
| Figura 10 – representação de vetores (paralelogramo) | 52 |
| Figura 11 - Representação do polígono através dos encontros de vetores (regra do Polígono) | 53 |
| Figura 12 - Representação do polígono através dos encontros de vetores (vetor resultante) | 53 |
| Figura 13- Representação do produto escalar entre vetores | 54 |
| Figura 14 - Representação do polígono através dos encontros de vetores | 56 |
| Figura 15 - Representação dos vetores formando planos tridimensionais (x,y,z) | 56 |
| Figura 16 – Eixos (x,y,z) e os vetores unitários (i,j,k) | 57 |
| Figura 17 – Esquema do triangulo retângulo (teorema de Pitágoras e razões trigonométricas) | 61 |
| Figura 18 – As componentes vetoriais do Plano Inclinado | 62 |
| Figura 19 – Esquema gráfico do lançamento oblíquo | 63 |
| Figura 20 – Esquema gráfico do lançamento oblíquo para obter as componentes vetoriais | 67 |
| Figura 21 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 72 |
| Figura 22 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 73 |
| Figura 23 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 74 |
| Figura 24 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 75 |

| | |
|--|----|
| Figura 25 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 75 |
| Figura 26 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 76 |
| Figura 27 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 77 |
| Figura 28 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 78 |
| Figura 29 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 79 |
| Figura 30 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 79 |
| Figura 31 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 80 |
| Figura 32 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 81 |
| Figura 33 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02 | 81 |
| Figura 34 – Imagem da tela inicial do aplicativo Blender | 86 |
| Figura 35 – Imagem do slide da aula 1 (introdução) | 88 |
| Figura 36 – Imagem do slide da aula 1(conceito) | 88 |
| Figura 37 – Imagem do slide da aula 1 (vídeo do plano inclinado, criado no aplicativo Blender) | 89 |
| Figura 38 – Imagem do slide da aula 1 (situação – problema com resolução do mesmo) | 89 |
| Figura 39 – Imagem do slide da aula 1 (continuação da resolução do problema) | 90 |
| Figura 40 – Imagem do plano inclinado finalizado no aplicativo Blender | 90 |
| Figura 41 – Imagem do plano inclinado no formato de vídeo | 91 |
| Figura 42 – Imagem do plano inclinado em execução | 91 |
| Figura 43 – Apresentação da aula sobre o plano inclinado | 92 |
| Figura 44 – apresentação inicial do slide da aula 2 | 94 |
| Figura 45 – Imagem do slide da aula 2 (conceitos exemplificados) | 95 |
| Figura 46 – Imagem do slide da aula 2 (conceitos exemplificados continuação da figura 45) | 95 |

| | |
|---|-----|
| Figura 47 – Apresentação das fórmulas para o lançamento oblíquo. (Slide aula 2) .. | 96 |
| Figura 48 – Imagem do slide da aula 2. (Situação-problema 1) | 96 |
| Figura 49 – Imagem do slide da aula 2. (Situação-problema 2) | 97 |
| Figura 50 – tela inicial do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender | 97 |
| Figura 51 – Fórmulas do jogo (lançamento oblíquo) finalizado no aplicativo Blender | 98 |
| Figura 52 – Cena 1 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender .. | 98 |
| Figura 53 – Cena 2 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender ... | 99 |
| Figura 54 – Cena 3 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender ... | 99 |
| Figura 55 – Imagem do jogo sendo executado na fase 1 | 100 |
| Figura 56 – Apresentação da aula sobre o lançamento oblíquo | 101 |
| Figura 57 – Alunos da turma M1TR02 executando o jogo | 101 |
| Figura 58 – Alunos da turma M1TR02 ao finalizarem o jogo | 102 |
| Figura 59 – Alunos da turma M1TR02 usando o laboratório de informática durante a execução do jogo | 103 |

LISTA DAS TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1- Sete unidades de Base no SI | 33 |
| TABELA 2- Sete unidades de Base no SI, com a definição de cada unidade | 34 |
| TABELA 3 - grandezas derivadas e de suas unidades no SI | 35 |
| TABELA 4 - unidades derivadas com nomes e símbolos especiais no SI | 36 |
| TABELA 5 - Medidas de comprimento | 37 |
| TABELA 6 - Prefixo SI | 38 |
| TABELA 7- Cronograma geral | 84 |
| TABELA 8 - Atividades desenvolvidas semanalmente | 84 |

RESUMO

GRANDEZAS ESCALARES E VETORIAIS E SUAS ATRIBUIÇÕES NA FÍSICA PARA EDUCAÇÃO BÁSICA: Vídeo e Jogo no Simulador Blender como Suporte Educacional

DANIEL FERNANDES CARNEIRO

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Fernanda Carla Lima Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa) polo 29 no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Neste trabalho, descrevemos sobre as aplicações das grandezas físicas escalares e vetoriais no conteúdo da cinemática e da dinâmica, visando um entendimento mais amplo sobre grandezas, seus conceitos, métodos e o equacionamento de situações-problema. Mostra-se como o ensino da física vem sendo organizado desde a criação da LDB nº 9.394/96 com os PCNs, PCNEM, até a nova Base Nacional Comum Curricular de ensino, a BNCC, proposta pelo MEC, que foi aprovada recentemente. Ainda, aborda-se a utilização de métodos de ensino que possam ser eficazes para o ensino aprendizagem em prol da diminuição das dificuldades que os alunos têm ao assimilar os conteúdos programáticos. Bem como a compreensão de como o ensino da física pode tornar-se relevante para os avanços sociais, culturais e tecnológicos das futuras gerações. Descreve ainda, sobre a falta de recursos didáticos, recursos humanos, ou seja, profissionais capacitados para atuar como professores de física. Apresentamos os resultados de uma pesquisa realizada com os alunos da primeira série do Ensino Médio, visando contemplar uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) sobre a física e suas aplicações, sobre o desenvolvimento do produto educacional em sala de aula e também os métodos de ensino adotados pelos professores das ciências naturais na educação básica. Descrevemos ainda sobre a aprendizagem significativa de David Ausubel, as propostas curriculares das ciências da natureza e suas tecnologias, promovidas pelo Ministério da Educação (MEC), além de outros pesquisadores renomados. Que este trabalho possa ser usado como ferramenta de ensino das Ciências Naturais pelas pessoas interessadas em ampliar seus conhecimentos nesse contexto.

PALAVRAS-CHAVE: Grandeza. Simulador. Jogo. Tecnologia.

ABSTRACT

LARGE SCALE AND VECTORALS AND THEIR ASSIGNMENTS IN PHYSICS FOR BASIC EDUCATION: Video and Game in the Blender Simulator as Educational Support

DANIEL FERNANDES CARNEIRO

Advisor:

Prof^a. Dr^a. Fernanda Carla Lima Ferreira

Master's Dissertation presented to the Graduate Program of the Federal University of the South and Southeast of Pará (Unifesspa) pole 29 in the Professional Master's Course in Physics Teaching (MNPEF), as part of the requirements necessary to obtain the title of Master in Teaching of Physics.

In this work, we describe the applications of scalar and vector physical quantities in the content of kinematics and dynamics, aiming at a broader understanding of quantities, their concepts, methods and the equation of problem situations. It shows how the teaching of physics has been organized since the creation of LDB nº 9.394 / 96 with the PCNs, PCNEM, until the new National Common Curricular Teaching Base, the BNCC, proposed by the MEC, which was recently approved. Still, it addresses the use of teaching methods that can be effective for teaching and learning in order to reduce the difficulties that students have when assimilating the syllabus. As well as understanding how physics teaching can become relevant to the social, cultural and technological advances of future generations. It also describes the lack of teaching resources, human resources, that is, professionals trained to act as physics teachers. We present the results of a research carried out with the students of the first grade of High School, aiming to contemplate an Investigative Teaching Sequence (SEI) about physics and its applications, about the development of the educational product in the classroom and the teaching methods adopted by teachers of natural sciences in basic education. We also describe David Ausubel significant learning, the curricular proposals of the natural sciences and their technologies, promoted by the Ministry of Education (MEC), in addition to other renowned researchers. May people interested in expanding their knowledge in this context use this work as a teaching tool for Natural Sciences.

KEYWORDS: Greatness. Simulator. Game. Technology

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 1.1. Justificativa | 23 |
| 1.2. Objetivo geral..... | 24 |
| 1.3. Objetivo específico | 25 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 26 |
| 2.1. As mudanças metodológicas do ensino da física na atualidade | 28 |
| 2.2. Grandezas e equações que são utilizadas na física | 31 |
| 2.3. Grandezas escalares | 50 |
| 2.4. Grandezas vetoriais | 51 |
| 2.4.1. Vetores | 51 |
| 2.4.2. Adição de vetores concorrentes | 51 |
| 2.4.3. Subtração entre dois vetores | 53 |
| 2.4.4. Produto escalar entre vetores | 54 |
| 2.4.5. Produto vetorial | 55 |
| 2.4.6. Vetores unitários (vesores) e módulo vetorial | 55 |
| 2.5. Operadores diferenciais e práticas pedagógicas aplicável na Física | 57 |
| 2.5.1. Rotacional, Divergente e Gradiente | 57 |
| 2.5.2 Metodologia de ensino para auxiliar nas resoluções de problemas na física | 60 |
| 3. METODOLOGIA ADOTADA PARA EXECUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL | 69 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSÃO DA PESQUISA EDUCACIONAL | 71 |
| 5. PRODUTO EDUCACIONAL: VÍDEO E JOGO NO SIMULADOR BLENDER COMO SUPORTE EDUCACIONAL | 83 |
| 5.1. Introdução do produto educacional | 83 |
| 5.2. Cronograma | 84 |
| 5.3. O aplicativo Blender | 85 |
| 5.4. Utilizando o aplicativo Blender nas aulas de dinâmica: Plano Inclinado | 86 |
| 5.4.1. Metodologia para aula sobre plano inclinado | 86 |
| 5.4.2. Modelo da aula com os slides e uma animação (vídeo) - plano inclinado | 87 |
| 5.4.3. Análise comentada sobre as aulas do plano inclinado | 92 |
| 5.5. Utilizando o aplicativo Blender nas aulas de cinemática: Lançamento Oblíquo.... | 93 |
| 5.5.1. Metodologia para aula 2 sobre lançamento oblíquo | 93 |
| 5.5.2. Modelo da aula com os slides e um simulador (jogo) – lançamento oblíquo...94 | |

| | |
|---|-----|
| 5.5.3. Análise comentada sobre as aulas do lançamento oblíquo | 100 |
| 06. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 104 |
| REFERÊNCIAS | 107 |
| APÊNDICE | 110 |
| APÊNDICE 1- QUESTIONÁRIOS RELACIONADOS AO ENSINO DA FÍSICA | 110 |
| APÊNDICE 2 – PRODUTO EDUCACIONAL | 114 |

1. INTRODUÇÃO

A reformulação do ensino médio vigente no Brasil, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), serviu para suprir uma necessidade básica de atualizar a educação nacional. Isso, tendo em vista a criação dos PCN's e do Parâmetro Curricular Nacional do Ensino Médio (PCNEM), que têm por finalidade orientar na organização do currículo, servindo, segundo a Secretaria de Educação (MEC), de estímulo e apoio à reflexão sobre a prática diária, o planejamento de aulas e, sobretudo, ao desenvolvimento do currículo da escola, contribuindo ainda para a atualização profissional. O PCNEM, por sua vez, divide essas orientações em áreas de conhecimentos: linguagens, códigos e suas tecnologias; ciências humanas e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias; e matemática e suas tecnologias; haja vista que, recentemente os Parâmetros Educacionais estão sendo reformulados pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Sendo assim, serão abordados, dentro dessas perspectivas, assuntos relevantes às ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.

Nas diretrizes e parâmetros que organizam o ensino médio, a Biologia, a Física, a Química e a Matemática integram uma mesma área do conhecimento. São ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos (BRASIL, 2002, p. 23.).

Ensinar conceitos físicos não é tarefa fácil, pois existem barreiras que atrapalham um bom desenvolvimento dessa disciplina, como o fato de os alunos não conseguirem associar aquilo que sabem àquilo que estudam. Cabe então, aos professores, criarem métodos que facilitem a aprendizagem dos alunos, tornando as aulas mais dinâmicas e criativas, partindo do princípio investigador, mostrando objetos, fenômenos da natureza e tudo o que foi criado através do conhecimento da física que tornou o cotidiano das pessoas menos complexo. Entretanto, o professor deve utilizar relações interligadas com outras disciplinas para melhor compreensão dos assuntos abordados em sala de aula, e que suas explicações precisam ser acessíveis a todos os alunos. Assim, será possível acontecer realmente um aprendizado mais significativo, haja vista que o professor deve demonstrar situações

concretas utilizando-se de diversas experiências adquiridas e ainda de métodos de ensino relevantes, agregando o que o aluno já sabe aos conteúdos sistematizados. Nessas perspectivas, o aprendiz também pode aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula no dia-a-dia. Para os PCN's (1998), destaca-se:

Discutir estratégias não se deve, também, confundir-se com a prescrição de técnicas a serem desenvolvidas em sala de aula. Mesmo reconhecendo a complexidade da questão, será sempre possível apresentar alguns exemplos com os objetivos de reforçar o significado último que se deseja do trabalho escolar (BRASIL, 1998, p.83).

Segundo os PCN's, o aluno deve compreender e participar do mundo em que vive, e deve ainda, no final da educação básica, ter a competência que faz jus ao conhecimento adquirido em sua vida acadêmica, sendo assim, o aluno é visto como agente ativo que faz parte de um processo de desenvolvimento social. Portanto, é inevitável que possuam conhecimentos científicos, pois as ciências têm um papel crucial para a compreensão e a integração com este mundo, já que visa a interpretação da natureza por meio de seus fenômenos e processos, sua dependência e influência na vida de qualquer ser vivo. Além disso, segundo NASCIMENTO (2020), relatou em seu trabalho, o aluno deve compreender que em quase tudo que está em sua volta aplica-se conhecimentos físicos. Cabe a ele dar importância àquilo que se observa na natureza, com a finalidade de usar os conceitos físicos para o desenvolvimento da humanidade nos aspectos sociais, culturais e tecnológicos (PCN, 1999).

A construção desse conhecimento pelos alunos ainda está muito longe de ser ideal, porque, na prática, ainda são adotados métodos que dificultam a compreensão da física, sendo ainda difícil o aluno associar a teoria à prática, ou associar o que se aprende na física a outras áreas de conhecimento. Ao iniciar o Ensino Médio, o aluno não apresenta uma boa base e não consegue equacionar um problema que necessita das equações matemáticas.

No Ensino Fundamental, os alunos nem sempre adquirem os conhecimentos da física adequadamente. A falta desse contribui para uma aprendizagem não significativa. Quando esse aluno chega ao ensino médio e se depara com uma realidade diferente da qual estava acostumado, contemplando quantidades expressivas de informações, seu desempenho intelectual se torna difícil.

Sendo assim, o fracasso escolar torna-se um fator crucial para vida do aluno, em função da realidade vivenciada em sala de aula. Podemos citar, ainda, outros motivos que predominam no ensino-aprendizagem da física na educação básica, tais como: a falta de mão-de-obra qualificada, falta de materiais pedagógicos adequados para complementar a prática de ensino, a falta de laboratórios multifuncionais equipados adequadamente nas escolas brasileiras, falta de incentivo vocacional para estudar física, falta de uma metodologia de ensino mais eficaz e ainda a não utilização de recursos tecnológicos que condiz com a área das ciências naturais.

Para o Ensino Médio, os PCN`s, iniciados em 1996 e reformulados em 2000 e 2002, estabelecem os objetivos para o Ensino das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e os objetivos da física no Ensino Médio, além das competências e habilidades a serem desenvolvidas, que, segundo os PCNEM (2000) parte III (cit.in KAWAMURA; HOSOUME, 2003, p.14-15), são as seguintes:

- Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
- Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.
- Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.
- Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.
- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.
- Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.
- Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.
- Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.
- Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.
- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.
- Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.

- Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes (BRASIL, 2002, p. 29-30).

O conhecimento da física tem como função contribuir para compreendermos diversas situações fenomenais que representam temáticas essenciais na vida cotidiana, como a cultura, a tecnologia e o convívio social. Além disso, o ensino da física se faz necessário nas temáticas do Ensino Básico, pois contribuem para que os alunos tenham noções da importância dessa ciência para sua formação como ser social, capaz de solucionar e resolver problemas que só a física pode demonstrar.

Os conhecimentos físicos podem ser adquiridos de diversas maneiras, o aluno deve se submeter aos conhecimentos científicos, mediante atividades propostas, envolvendo a teoria com a prática, através também das aulas laboratoriais que contribuem para a construção de conhecimentos a partir da realização direta ou indireta de mudanças conceituais.

Assim, o conhecimento pode ser adquirido através das observações, dos experimentos, das manipulações de objetos. Cada etapa a ser seguida faz parte da construção do saber e o aluno, portanto, o aprendiz, deve submeter-se a todas essas faces para aprimorar ainda mais seus conhecimentos, tanto em Física como em outras disciplinas, que também estão relacionadas aos estudos científicos, tais como: Química, Biologia e Matemática. Moroz e Gianfaldoni (2006), sobre os conhecimentos físicos, consideram que:

[...] um tipo específico de conhecimento – o científico -, verifica-se que a comunicação assume um papel relevante, uma vez que a ciência, hoje, é responsável por parte das alterações que ocorrem na sociedade. A interferência da ciência física evidente quando se consideram as inovações tecnológicas: novos produtos, novas fontes de energia, entre outros, são criados a partir do conhecimento científico [...], mas nem por isso é menos real – quando são consideradas as atividades humanas: os mecanismos de comunicação de massa, as atividades didáticas, as condutas de orientação médica também têm, por base, o desenvolvimento do conhecimento científico [...], poderá ter condições de interferir tanto no que está sendo produzido como na direção a ser dada às suas possíveis aplicações (MOROZ e GIANFALDONI, 2006, p. 11).

Para Delizoicov et al. (1994), não é suficiente usar o laboratório ou fazer experiências, usando-se de caráter autoritário, descaracterizando-se o empreendimento de ciências, somente para provar para os alunos as leis e teorias,

que, segundo ele, são pobres relativamente aos objetivos de formação e apreensão de conhecimentos básicos em ciências. Menciona ainda que:

Considera-se mais conveniente um trabalho experimental que dê margem à discussão e interpretação de resultados obtidos, com o professor atuando no sentido de apresentar e desenvolver conceitos, leis e teorias envolvidos na experimentação [...] desta forma, o professor será um orientador crítico da aprendizagem, distanciando-se de uma postura autoritária e dogmática no ensino [...] o aluno venha ter uma visão mais adequada trabalho em ciências (DELIZOICOV et al, 1994, p.22)

Os objetivos mostram claramente a importância da física perante a vida social das pessoas e nos avanços tecnológicos que vêm acontecendo com frequência. Podemos observar suas aplicabilidades nos processos realizados de industrializações de produtos, e, de forma geral, no desenvolvimento científico. Segundo os PCNs para o Ensino Médio (PCNEM, 2002 p.24 - 25):

A Física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, mas, sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove. Aprender essa maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e da investigação em Física (BRASIL, 2002, p.24).

Ainda segundo os PCN⁺,

Parte significativa dessa forma de proceder traduz-se em habilidades relacionadas à investigação. Como ponto de partida, trata-se de identificar questões e problemas a serem resolvidos, estimular a observação, classificação e organização dos fatos e fenômenos à nossa volta segundo os aspectos físicos e funcionais relevantes. Isso inclui, por exemplo, identificar diferentes imagens óticas, desde fotografias a imagens de vídeos, classificando-as segundo as formas de produzi-las; reconhecer diferentes aparelhos elétricos e classificá-los segundo sua função; identificar movimentos presentes no dia-a-dia segundo suas características, diferentes materiais segundo suas propriedades térmicas, elétricas, óticas ou mecânicas. Mais adiante, classificar diferentes formas de energia presentes no uso cotidiano, como em aquecedores, meios de transporte, refrigeradores, televisores, eletrodomésticos, observando suas transformações, buscando regularidades nos processos envolvidos nessas transformações (BRASIL, 2002, p.24).

Nesse contexto, o estudo da física, além do uso dos conceitos pré-estabelecidos em função dos conteúdos programáticos, está também associado ao uso do laboratório que, por sua vez, assume parte importante na construção do conhecimento nas áreas de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Assim, as aulas podem ser administradas tanto em grupo como individual, possibilitando ao educando ter acesso ao conhecimento científico diversificado. Sendo que no trabalho em grupo os alunos interagem entre si, com trocas das

experiências vivenciadas por cada um. No laboratório, os professores terão o papel de mediador do conhecimento, devendo abordar assuntos dos conteúdos programáticos, dentre outros assuntos relevantes sobre o que estará sendo estudado no momento.

Neste trabalho será abordada a importância do uso das grandezas físicas e matemáticas, suas aplicabilidades contextuais, históricas, científicas e tecnológicas e nas resoluções de situações-problema do cotidiano, fazendo uso de abordagens simples, dentro da perspectiva de uma transposição didática, capaz de fazer com que o educando possa compreender com clareza os meios técnicos quando os termos aplicados sejam pluralmente científicos.

No contexto histórico das grandezas, relata-se que desde os primórdios até a atualidade, a humanidade utiliza medidas para representar algo capaz de sustentar um certo padrão naquilo que se pretende realizar. O fato interessante é que cada civilização adotava suas próprias medidas, por exemplo: os egípcios utilizavam do palmo do cúbito; Inglaterra e Estados Unidos utilizavam jarda, milha e polegada. Assim, essas e outras medidas eram adotadas por outros países até perceberem que seria melhor padronizar parte delas. De acordo com o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), a primeira conferência internacional para tratar desse assunto, relata que:

O Bureau Internacional de Pesos e Medidas, o BIPM, foi criado pelo artigo 1 da Convenção do Metro, no dia 20 de maio de 1875, com a responsabilidade de estabelecer os fundamentos de um sistema de medições, único e coerente, com abrangência mundial. O sistema métrico decimal, que teve origem na época da Revolução Francesa, tinha por base o metro e o quilograma. Pelos termos da Convenção do Metro, assinada em 1875, os novos protótipos internacionais do metro e do quilograma foram fabricados e formalmente adotados pela primeira Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), em 1889 (BIPM, apud INMETRO, 2012, p.11).

O uso dessas grandezas não pode fugir das determinações dos órgãos internacionais que foram criados especificamente para esse controle, de tal forma, que foram criados padrões próprios com esse propósito, dentre os quais podemos destacar o Bureau Internacional de Pesos e Medidas, BIPM, criado em 1875, que, segundo dados do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia- INMETRO, foi criado com a responsabilidade de estabelecer os fundamentos de um sistema de medição, único e coerente, com abrangência mundial.

Antes da fundação do BIPM, existia o sistema métrico decimal, com base no metro e no quilograma, porém, quando foi realizada a primeira Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), em 1889, adotou-se novos protótipos internacionais para o metro e o quilograma com medidas precisas para aquela época (INMETRO, 2012).

Ainda, de acordo com o INMETRO, citado por Doca et al. (2013, p.103), descreve que, em 1960, na 11ª CGPM, decidiu-se que esse sistema deveria ser chamado de Sistema Internacional de Unidades (SI), abrangendo as medidas de forma universal, dentro dos níveis de medições precisas, no campo da ciência, da tecnologia e das atividades humanas.

Em busca de novos desafios, apresenta-se ainda, como está o conhecimento das ciências naturais em nosso município e como tornar mais fácil alguns assuntos de física sistematizados, em que serão adotadas metodologias educacionais dentro de um panorama voltado para o processo investigativo e científico dos fenômenos naturais nos seguintes tópicos: mecânica (cinemática e dinâmica), podendo ainda ser aplicados outros assuntos da física, tais como: termologia, óptica geométrica, ondulatória, eletricidade, eletromagnético, dentre outros. Ainda, serão associados os conteúdos essenciais com as demais disciplinas, evidenciando a multidisciplinaridade, na intenção de enriquecer a construção de conhecimento. Enfim, será feita ainda uma abordagem simplificada da Aprendizagem Significativa de Ausubel, nos comentários adaptados por Moreira.

A metodologia que será usada no Produto Educacional (PE) terá uma visão voltada aos conhecimentos científicos e tem como finalidade principal, servir como ferramenta fundamental na construção de novos conhecimentos e ainda contribuir para um ensino com maior dinamicidade. O mesmo será desenvolvido juntamente aos alunos e professores colaboradores, levando-se em consideração os cuidados que deverão ter em cada uma das etapas a serem realizadas até a conclusão do projeto.

1.1. Justificativa

Diante dos novos desafios enfrentados pelos profissionais da educação atualmente, principalmente aqueles que fazem parte do ensino da Educação Básica e, com as mudanças que estão ocorrendo desde a implantação da LDBEN (1996) até a nova BNCC (2017), ainda com as inovações tecnológicas acontecendo constantemente em vários aspectos. Foi pensando nesses aspectos que este trabalho

foi elaborado. Contemplando ainda relatos sobre uma visão ampla dessas mudanças, com várias demonstrações de como é possível uma educação de qualidade, adotando metodologias inovadoras capazes de facilitar a compreensão dos conteúdos sistematizados, e relacionando as temáticas propostas dentro da área de conhecimento das Ciências Naturais e suas Tecnologias, em especial a disciplina de Física.

O Produto Educacional (PE), foi pensado para exercer um papel fundamental na construção do conhecimento das áreas de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, devendo ser contínuo, reflexivo, prático, investigativo e operacional. Também para contribuir com o uso de meios tecnológicos nas aulas de física, adotando processos metodológicos de caráter científico, cultural e social. Fazer com que os alunos possam manusear, apreciar e manipular os materiais utilizados para que, a partir de então, obtenham suas próprias conclusões, ou até mesmo encontrem soluções para problemas que já foram pré-estabelecidos.

A elaboração do PE, partiu da ideia de criar duas aulas montadas no *PowerPoint*, acrescentando a elas um vídeo e um jogo, criados na plataforma *Blender*. Os mesmos foram sendo modelados, criando formas para que durante o processo de sua elaboração, fossem colocados os efeitos físicos dentro da temática de cada aula. Assim, o vídeo e o jogo foram finalizados com a renderização do vídeo e salvando o executável do jogo, de modo que ambos pudessem ser utilizados posteriormente na execução do PE.

1.2. Objetivo geral

O produto educacional terá como objetivo caracterizar as atividades científicas, como produção humana, levando em conta os fatores externos de caráter cultural, social, econômico e político. Além disso, relacionando os aspectos do cotidiano com as experiências abordadas em sala de aula, destacando-se a importância do aspecto da observação e experimentação para a sociedade, aliada à reflexão e ao campo das ideias, efetuando-se, ainda, transformações de unidades de medidas, conhecendo as grandezas físicas, e enfatizando o Sistema Internacional de Unidades. Será feito uso da plataforma multimídias (*Blender*), com animações e jogos, que envolverão a física e a matemática como facilitador do Ensino-aprendizagem, adquirindo-se os conhecimentos científicos apropriadamente.

1.3. Objetivo específico

O produto educacional tem como objetivos específicos:

- Realizar exposições e apresentações científicas nas dependências do espaço escolar, com uso de programa computadorizado (computador, tablet, *notebook*, *Datashow*, dentre outros;
- Compreender conceitos físicos e biológicos na construção de conhecimento e na formação intelectual dos alunos, além de amenizar as dificuldades enfrentadas por eles em sala de aula no processo ensino-aprendizagem;
- Levar o aluno a envolver-se com as pesquisas, preparação dos materiais e estudos. Socializar conhecimentos e experiências através de pesquisas;
- Colaborar com a consciência cidadã sobre meio ambiente, tecnologia e vida social;
- Formular hipóteses e desenvolver o raciocínio lógico;
- Observar, medir, quantificar, caracterizar, manipular, identificar parâmetros e grandezas, estimar valores, tabular dados, fazer previsões, comparar dados coletados e tirar conclusões nas resoluções de problemas;
- Criar novos objetos que possam ser úteis no dia a dia das pessoas;
- Explicar como a tecnologia faz parte de nossas vidas, trazendo benefícios e malefícios, de modo geral;
- Proporcionar que as atividades realizadas com os recursos necessários do produto educacional, sejam feitas de forma adequada e segura, preservando-se a integridade física de seus usuários.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sabe-se que ao ensinar física na educação básica, os professores enfrentam dificuldades variadas no contexto educacional. Sendo assim, para melhorar esse cenário é necessário fazer analogia dos fatos, é preciso buscar novas metodologias de ensino ou adequar as que vêm dando certo dentro do processo educacional. Para isso, o professor deve estar disposto a enfrentar desafios, tais como: reorganização de currículos, mudança de atitude em sala de aula e no planejamento das aulas, e inserção de métodos de ensino voltados para as tecnologias presentes no cotidiano das pessoas. Sabe-se que uma aula bem elaborada só irá despertar o interesse dos alunos, fazendo com que possam conhecer melhor os aspectos físicos que tornam suas vidas mais dinâmicas e compreendam melhor os aspectos ligados aos fenômenos naturais.

O fracasso escolar não depende somente da estruturação do ensino em si, mas também na metodologia adotada em sala de aula. Fazendo uma analogia, podemos citar a aula de física meramente expositiva, a falta de professores da área que estejam atuando na educação básica e o despreparo dos alunos ao ingressar no Ensino Médio. Para essa última afirmação, está sendo inserida gradativamente uma adaptação de conteúdos de ciências em todas as séries do Ensino Fundamental, de modo a preencher essa lacuna deixada de fora da grade curricular. Essa mudança ocorreu com a criação da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 22 de dezembro de 2017, e, a partir daí, todo o ensino da educação básica, inclusive os livros didáticos sofreram novas adaptações (NOVA ESCOLA, fev.2020).

Com a nova proposta curricular da BNCC, faz-se necessária a adequação do ensino das ciências da natureza e suas tecnologias, sendo que um dos aspectos importantes trata dos três grandes eixos temáticos, que são eles: Matéria e energia, Vida e evolução, Terra e Universo. Segundo a BNCC, destaca-se:

[...] os critérios de organização das habilidades na BNCC (com a explicitação dos objetos de conhecimento aos quais se relacionam e do agrupamento desses objetos em unidades temáticas) expressam um arranjo possível (dentre outros) (BRASIL, 2017, p. 331).

Diante das propostas oriundas da nova BNCC, cabe às unidades regionais de ensino adequar seus currículos e, para a área das ciências da natureza e suas

tecnologias, os conhecimentos científicos estão sendo distribuídos de tal forma que abrangem todo ciclo da Educação Básica do Brasil.

Sendo assim, com a melhora na distribuição dos conteúdos por unidades temáticas, os conhecimentos científicos, em particular o ensino da física, estarão sendo abordados durante todo o ensino fundamental, e não como era antes, em que, na maioria das vezes, esses conteúdos eram apresentados na série final (9º ano) do Ensino Fundamental.

O ensino das ciências da natureza e suas tecnologias, em especial o ensino da física, necessita que o aluno adquira competência e habilidade para compreender um determinado assunto ao ser apresentado. Para tanto, este aluno precisa ter adquirido conhecimentos prévios do assunto, e somado ao que se pretende estudar, atingem um aprendizado realmente significativo. Nesse sentido, Ausubel (1918-2008) afirma que:

Aprendizagem significativa é aquela em que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva [...] não é qualquer ideia previa, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Apud. MOREIRA 2011)

Para Moreira (2011, p.14), a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos. Afirma ainda que a junção desses tipos de conhecimentos, adquire novos significados para o sujeito ou maior estabilidade cognitiva.

Destaca, ainda, dois tipos de organizadores prévios dentro da perspectiva dos elementos característicos denominados por Ausubel de subsunçores. O primeiro, quando o aluno não tem subsunçores, para isso, o aprendiz precisa de um organizador expositivo, que supostamente faz parte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. O segundo organizador é quando o material é relativamente familiar, daí é necessário o uso do organizador comparativo, que, para Moreira, “ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos a estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discrimina-los de outros conhecimentos já existente nesta estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos”. Afirma ainda que esses organizadores devem ser sempre utilizados no ensino, de tal forma que:

O aluno muitas vezes não percebe essa racionalidade e pensa que os materiais de aprendizagem não têm muito a ver com seus conhecimentos prévios. Organizadores prévios devem ajudar o aprendiz a perceber que

novos conhecimentos estão relacionados a ideias apresentadas anteriormente (MOREIRA, 2011. p. 31)

Sumariamente, o aluno aprende a partir do que já sabe. Tais conhecimentos prévios (conceitos, proposições, ideias, esquemas, modelos, construtos, dentre outros), organizados hierarquicamente, influenciam a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. A ideia sugere que o conteúdo escolar deveria ser mapeado de forma conceitual, identificando as ideias mais gerais, mais inclusivas, mas estruturantes, as proporções-chave do que vai ser ensinado. Ainda Segundo Moreira (2011), “essa análise permitiria identificar o que é importante e o que é secundário, supérfluo, no conteúdo escolar”. Nessa definição, para se obter aprendizagem meramente significativa, deve existir a diferenciação progressiva, em que o sujeito aprende de forma progressiva, reconciliando novos conhecimentos com aqueles já existentes.

Para associar os estudos da física a outras disciplinas de mesma área de conhecimento, principalmente a matemática, Silva (2019?), em sua publicação na Revista Brasil Escola, afirmou que Francis Bacon (1561-1626), mencionou que, à medida que a física evolui necessita de um auxílio, de uma ferramenta para que possa concretizar as teorias e conceitos envolvidos nas evoluções. É nesse contexto que a matemática tem seu papel fundamental na construção dos conhecimentos científicos.

Para Galileu Galilei (1564-1642), a matemática é uma linguagem da física, ou seja, serve como suporte para dar significado àquilo que está sendo estudado. Isaac Newton (1643-1727), por sua vez, fazia uso de cálculos matemáticos para explicar suas teorias, chegando até a descobrir conceitos matemáticos para tal situação. Essas analogias são defendidas pela maioria dos profissionais que atuam na área da física, afirmando que a física não se sustenta sozinha sem a matemática, existindo aí explicitamente a interdisciplinaridade entre essas duas áreas de conhecimentos, conforme citado por Revista Brasil (SILVA, 2019?).

2.1. As mudanças metodológicas do ensino da física na atualidade

A física na educação básica é necessária para garantir uma base na formação científica dos educandos, porém, os saberes científicos não são somente da área da física, é um conjunto de saberes que envolve a interdisciplinaridade da física com a Biologia, a Química e a Matemática. Atualmente, com a nova proposta

curricular da BNCC, ficaram divididas por áreas de conhecimentos tais como: matemática e suas tecnologias, ciências da natureza e suas tecnologias. Porém, para que o ensino aprendizagem de física tenha objetividade onde o aluno possa adquirir conhecimento adequadamente, uma série de fatores devem ser levados em consideração. Nessa abordagem, serão discutidos detalhes posteriores, dando-lhe ênfase na aprendizagem significativa de Ausubel, dentre outras teorias que comentam sobre o ensino da física na educação básica.

Para compreender melhor o ensino predominante em sala de aula, deve-se considerar que a metodologia de ensino mais usada pelos professores é mecanizada, a esse respeito, Moreira (2011) destaca que:

[...] aprendizagem mecânica é aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e logo após é esquecida [...] esse tipo de aprendizagem é a que mais se usam nas escolas que no vulgo popular é denominada de decoreba. (MOREIRA, 2011, p.31-32)

Podemos observar que essa forma de aprendizagem prejudica bastante o ensino aprendizagem como um todo. Para que o aluno possa se interessar e obter uma nota suficiente para a série seguinte, o conhecimento adquirido em sala de aula deve ser acumulativo, não ficando restrito somente ao espaço escolar, sendo esse acúmulo de conhecimento útil na vida cotidiana do aprendiz.

Para que o ensino de física seja eficaz, deve ser transposto para a vida cotidiana, facilitando a compreensão de mundo que, segundo os PCN⁺(2002), garanta a autonomia crítica do educando nos aspectos: intelectual, político e econômico.

O ensino da Física no Ensino Médio está articulado à Orientação Curricular para o Ensino Médio (OCEM), através de um conjunto de competências a serem alcançadas na área das ciências, relacionadas às três grandes competências, tais como: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural. Vários questionamentos são feitos em torno do ensino da física, destacando-se as principais: Por quê ensinar física? Para quem ensinar física? Devemos ensinar física preocupados com os assuntos voltados para os exames de vestibular ou somente com a evolução tecnológica nos dias atuais? Por que os alunos têm grandes dificuldades em aprender física? Então, para simplificar cada questionamento, a OCEM menciona dois aspectos relevantes para o ensino da

física: a física como cultura e como possibilidade de compreensão do mundo (MEC, 2006):

O que a física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo do que se habita. [...] expandindo a compreensão de mundo, afim de propor novas questões e, talvez encontrar soluções (BRASIL, v.2.p.53, 2006).

Nesse contexto, o processo investigativo arremete à contextualização e à interdisciplinaridade, pois para investigá-la é preciso estar diante de uma situação-problema, assim, fazer a utilização do conhecimento físico, mediante o uso do conteúdo adequado, ajudará a solucionar o problema, não somente dando as respostas às situações idealizadas, mas estimulando as perguntas necessárias. Ainda segundo a OCEM (BRASIL, 2006, p.54):

[...] “o conteúdo deve ser explorado com rigor, mas deve passar por escolha criteriosas e tratamento didático adequado, afim de que não se resumam a amontoados de formulas e informações desarticuladas [...] necessita-se ensinar como as coisas funcionam” (BRASIL, 2006, p.54).

Afirma ainda que é nessa perspectiva que entram os conteúdos específicos, inclusive a necessidade do uso dos cálculos matemáticos:

Cabe lembrar aqui que o papel da matemática na construção do conhecimento físico e as práticas comuns da escola em relação as dificuldades dos alunos. Observa-se que em muitos casos se diz que o fracasso na aprendizagem da Física e atribuído à falta de conhecimento matemático [...] se o aluno não dispões de determinado instrumento matemático para compreender a Física, ele deverá ser ensinado (BRASIL, 2006, p. 54).

O processo investigativo também se destaca na nova BNCC, com mais ênfase, acrescentando mais informações relevantes que estão inseridas no contexto das ciências naturais para contemplar realmente o que se refere ao “fazer ciências”, e colocando o estudante com o papel principal na construção dos conhecimentos científicos. Segundo a nova BNCC:

Os **processos e práticas de investigação** merecem também destaque especial nessa área. [...] aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área. A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e

procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido (BRASIL, 2017, p. 550. grifo do autor).

Vale ressaltar ainda que o problema da falta de conhecimento prévio dos alunos na área das ciências, deve ser resolvido pela escola com a colaboração dos professores das diversas disciplinas (interdisciplinaridades) e jamais ser considerado como tarefa exclusiva e específica da Física.

Para a nova proposta curricular BNCC (2017), as definições das competências e habilidades a serem empregadas na educação básica, contemplando o ensino fundamental e o ensino médio, garantem que:

[...] na definição das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram privilegiados conhecimentos conceituais considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio. Dessa forma, [...] propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo [...] permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais (BRASIL, 2017, p. 548).

Garantem ainda que, dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

2.2. Grandezas e equações que são utilizadas na física

Dentre os objetivos específicos da Base Nacional Comum Curricular, as habilidades em matemática e suas tecnologias e as ciências da natureza e suas tecnologias, a serem adquiridas pelos alunos na educação formal, destaca-se:

- [...] (EM13MAT101). Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
- [...] (EM13MAT103). Interpretar e compreender textos científicos ou divulgados pelas mídias, que empregam unidades de medida de diferentes grandezas e as conversões possíveis entre elas, adotadas ou não pelo Sistema Internacional (SI), como as de armazenamento e velocidade de transferência de dados, ligadas aos avanços tecnológicos (BRASIL, 2017, p.555).

Ainda, dentro dos objetivos específicos da Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a nova BNCC (2017) refere-se à:

- [...] (EM13CNT302). Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
- (EM13CNT303). Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (BRASIL, 2017, p. 561).

As habilidades específicas tanto para a matemáticas como para as ciências da natureza, apresentadas anteriormente, destacam a importância dos saberes tecnológicos e, ao mesmo tempo, relatam a importância de se compreender as medidas de grandezas, propostas dentro do Sistema Internacional de Medidas (SI), que se farão presentes em situações-problema, por exemplo, na interpretação de tabelas e gráficos, nas equações, nas funções, dentre outros.

Compreender conceitos de grandezas e medidas, faz-se necessário para ampliar os conhecimentos científicos que estão entrelaçados na compreensão de mundo. Para isso é importante separar os conceitos de grandezas e perceber a diferenciação entre elas, além da forma como cada uma poderá ser usada, seja dentro de um contexto histórico da evolução científica ou até mesmo na resolução de situações-problema.

A Figura 1 apresenta o protótipo internacional do quilograma, um modelo que serve de base para todas as formas de medidas para o quilograma.

Figura 1 – Imagem do protótipo internacional do quilograma K, servindo como unidade base do SI.



Fonte: <https://hypescience.com/o-quilograma-engordou-por-que-isto-e-um-problema/>
(Adaptado pelo autor)

Segundo o dicionário da língua portuguesa, o significado da palavra **Metrologia** é o estudo e descrição dos pesos e medidas de todos os povos e épocas.

Atualmente, o SI é composto por sete unidades de Base que permitem definir todas as outras unidades aceitas pelo SI.

A tabela 1 apresenta as grandezas e unidades de base, que são as sete principais grandezas do SI.

TABELA 1- Sete unidades de Base no SI

| GRANDEZA DE BASE | UNIDADE DE BASE | |
|---------------------------|-----------------|---------|
| | NOME | SÍMBOLO |
| Comprimento | metro | m |
| Massa | quilograma | kg |
| Tempo | segundo | s |
| Corrente elétrica | ampere | A |
| Temperatura termodinâmica | kelvin | K |
| Quantidade de substância | mol | mol |

| | | |
|----------------------|---------|----|
| Intensidade luminosa | candela | cd |
|----------------------|---------|----|

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/sistema-internacional-unidades-si>
(Adaptado pelo autor)

A Tabela 2, a seguir, é uma continuidade da tabela base, acrescentando as definições de cada grandeza que a compõem. Ele também apresenta as sete unidades de Base no SI.

TABELA 2- Sete unidades de Base no SI, com a definição de cada unidade.

| GRANDEZA | UNIDADE, SÍMBOLO E DEFINIÇÃO DA UNIDADE |
|---------------------------|---|
| Comprimento | Metro, m: o metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de 1/299 792 458 do segundo. Assim a velocidade da luz no vácuo, C_0 , é exatamente igual a 299 792 458 m/s. |
| Massa | Quilograma, kg: O quilograma é a unidade de massa, igual a massa do protótipo internacional do quilograma. Assim, a massa do protótipo internacional do quilograma, $m(k)$, é exatamente igual a 1kg. |
| Tempo | Segundos, s: o segundo é a duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133. Assim, a frequência da transição hiperfina do estado fundamental do átomo de césio 133, $\nu(\text{hfsCs})$, é exatamente igual a 9 192 631 770 Hz. |
| Corrente elétrica | Ampere, A: O ampere é a intensidade de uma corrente elétrica constante que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível, e situados à distância de 1 metro entre si, no vácuo, produziria entre estes condutores uma força igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newtons por metro de comprimento. Assim, a constante magnética, μ_0 , também conhecida como permeabilidade do vácuo, é exatamente a $4\pi \cdot 10^{-7} \text{H/m}$. |
| Temperatura termodinâmica | Kelvin, K: O kelvin, unidade de temperatura termodinâmica, e a fração 1/273,16 da temperatura termodinâmica no ponto tríplice da água. Assim, a temperatura do ponto tríplice da água, T_{pto} é exatamente igual a 273,16 K. |

| | |
|--------------------------|--|
| Quantidade de substância | <p>Mol, mol:</p> <p>1. o mol é a quantidade de substância de um sistema contendo tantas entidades elementares quantos átomos existem em 0,012 kg de carbono 12.</p> <p>2. quando se utiliza o mol, as entidades elementares devem ser especificadas, podendo ser átomos, moléculas, íons, elétrons, assim como outras partículas, ou agrupamentos especificados dessas partículas. Assim, a massa molar do carbono 12. $M(^{12}\text{C})$, é exatamente igual a 12 g/mol.</p> |
| Intensidade luminosa | <p>Candela, cd: A candela é a intensidade luminosa, numa dada direção, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência $540 \cdot 10^{12}$ hertz e cuja intensidade energética nessa direção é 1/683 watt por esterradiano. Assim, a eficácia luminosa espectral, K, da radiação monocromática de frequência $540 \cdot 10^{12}$ Hz é exatamente igual a 683 lm/w.</p> |

Fonte: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pdf/Resumo_SI.pdf
(Adaptado pelo autor)

Temos ainda as unidades de medidas adotadas pelo SI, que são consideradas derivadas das medidas de base, representadas na tabela 3 e 4 a seguir. A Tabela 3 apresenta as grandezas derivadas e suas unidades no SI.

TABELA 3: grandezas derivadas e de suas unidades no SI

| GRANDEZA DERIVADA | SÍMBOLO | UNIDADE DERIVADA | SÍMBOLO |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------|
| área | A | metro quadrado | m^2 |
| volume | V | metro cúbico | m^3 |
| velocidade | v | metro por segundo | m/s |
| aceleração | α | metro por segundo ao quadrado | m/s^2 |
| número de ondas | $\sigma, \tilde{\nu}$ | inverso do metro | m^{-1} |
| massa específica | ρ | quilograma por metro cúbico | kg/m^3 |
| densidade superficial | ρ_i | quilograma por metro quadrado | kg/m^2 |
| volume específico | ν | metro cúbico por quilograma | m^3/kg |
| densidade de corrente | j | ampere por metro quadrado | A/m^2 |
| campo magnético | H | ampere por metro | A/m |

| | | | |
|-------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------|
| concentração | c | mol por metro cúbico | mol/m ³ |
| concentração de massa | ρ, γ | quilograma por metro cúbico | Kg/m ³ |
| luminância | L_v | candela por metro quadrado | cd/m ² |
| índice de refração | n | um | 1 |
| permeabilidade relativa | μ_r | um | 1 |

Fonte: <https://centraldefavoritos.com.br/2018/02/20/sistema-internacional-de-unidades>

(Adaptado pelo autor)

Além disso, pode-se observar as unidades derivadas com nomes e símbolos. A Tabela 4 apresenta as unidades derivadas com nomes e símbolos especiais no SI.

TABELA 4: unidades derivadas com nomes e símbolos especiais no SI

| GRANDEZA DERIVADA | NOME DA UNIDADE DERIVADA | SÍMBOLO DA UNIDADE | EXPRESSÃO EM TERMO DE OUTRAS UNIDADES |
|--|--------------------------|--------------------|--|
| Ângulo plano | radiano | rad | m/m = 1 |
| Ângulo sólido | esterradiano | sr | m ² /m ² = 1 |
| Frequência | hertz | Hz | s ⁻¹ |
| Força | newton | N | m kg s ⁻² |
| Pressão, tensão | pascal | P _a | N/m ² = m ⁻¹ kg s ⁻² |
| Energia, trabalho, quantidade de calor | joule | j | N m = m ² kg s ⁻² |
| Potencia, fluxo de energia | watt | W | j/s = m ² kg s ⁻³ |
| Carga elétrica, quantidade de eletricidade | coulomb | C | s A |
| Diferença de potencial elétrico | volt | V | W/A = m ² kg s ⁻³ A ⁻¹ |
| Capacitância | Farad | F | C/V = m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ² |
| Resistência elétrica | ohm | Ω | V/A = m ² kg s ⁻³ A ⁻² |
| Condutância elétrica | Siemens | S | A/V = m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ² |
| Fluxo de indução magnética | weber | Wb | Vs = m ² kg s ² A ⁻¹ |
| Indução magnética | tesla | T | Wb/m ² = kg s ² A ⁻¹ |
| Indutância | Henry | H | Wb/A = m ² kg s ² A ² |

| | | | |
|--|--------------|--------------------|--|
| Temperatura Celsius | Grau Celsius | $^{\circ}\text{C}$ | K |
| Fluxo luminoso | lúmen | Lm | Cd rs = cd |
| Iluminância | lux | lx | $\text{Lm}/\text{m}^2 = \text{m}^{-2} \text{cd}$ |
| Atividade de um radionuclídeo | Becquerel | Bq | s^{-1} |
| Dose absorvida, energia específica (comunicada), kerma | gray | Gy | $\text{J}/\text{kg} = \text{m}^2 \text{s}^{-2}$ |
| Equivalente de dose, equivalente de dose ambiente | sievert | Sv | $\text{J}/\text{kg} = \text{m}^2 \text{s}^{-2}$ |
| Atividade catalítica | katal | kat | $\text{s}^{-1} \text{mol}$ |

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/sistema-internacional-unidades-si>
(Adaptado pelo autor)

Algumas grandezas são conhecidas como adimensionais, pois apresentam dimensões um e são grandezas de razão entre si de mesma natureza, exemplo, índice de refração da luz no vácuo, que corresponde à razão de duas velocidades $n = \frac{c}{v}$ $n = 1$, onde c é a velocidade da luz no vácuo e v é a velocidade da luz para um comprimento de onda (apud INMETRO, 2012, p.16).

Para as unidades do SI, podem ser utilizados também os prefixos que, ao serem acrescentados na unidade base ou nas derivadas, correspondem aos múltiplos e submúltiplos das mesmas, caracterizando, assim, grandezas maiores ou menores do que a unidade do SI.

A Tabela 5 apresenta as medidas de comprimento do SI, múltiplos e submúltiplos do metro.

TABELA 5: Medidas de comprimento

| MÚLTIPLOS | | | BASE (SI) | SUBMÚLTIPLOS | | |
|------------|------------|-----------|--------------|--------------|------------|-----------|
| Km | hm | dam | m | dc | cm | mm |
| quilômetro | hectômetro | decâmetro | metro | decímetro | centímetro | milímetro |

Fonte: autor

Nota-se que antes da palavra metro, nos múltiplos e submúltiplos, acrescenta-se os prefixos aceitos pelo SI.

A Tabela 6 apresenta os prefixos adotados pelo sistema internacional de medidas.

TABELA 6: Prefixo SI

| FATOR | NOME | SÍMBOLO | FATOR | NOME | SÍMBOLO |
|-----------|-------|---------|------------|-------|---------|
| 10^1 | deca | da | 10^{-1} | deci | d |
| 10^2 | hecto | h | 10^{-2} | centi | c |
| 10^3 | quilo | k | 10^{-3} | mili | m |
| 10^6 | mega | M | 10^{-6} | micro | μ |
| 10^9 | giga | G | 10^{-9} | nano | n |
| 10^{12} | tera | T | 10^{-12} | pico | p |
| 10^{15} | peta | P | 10^{-15} | femto | f |
| 10^{18} | exa | E | 10^{-18} | atto | a |
| 10^{21} | zetta | Z | 10^{-21} | zepto | z |
| 10^{24} | yotta | Y | 10^{-24} | yocto | y |

Fonte: <https://centraldefavoritos.com.br/2018/02/20/sistema-internacional-de-unidades>
(Adaptado pelo autor)

Nesse sentido, na unidade base quilograma há uma exceção quando se usa os prefixos associados, em vez de usar os prefixos na palavra quilograma, deve-se combinar com a palavra grama. Seria miliquilograma, mas o correto é miligrama.

O SI é muito importante para estudos científicos e tecnológicos, embora por fator histórico ou por outras necessidades específicas, também se usa outras unidades de medidas que fazem parte do cotidiano. Vale ressaltar que devemos sempre converter as unidades não-SI, para o sistema de medida internacional SI, para uma adequação mais científica (INMETRO, 2012).

A seguir, veremos alguns exemplos de convenção do não-SI para o SI: 1 hora (h) é equivalente a 3600 segundos (s):

$$1 \text{ h} = 60 \text{ (min)} \cdot 60 \text{ (s)} = 3600 \text{ s}$$

➤ 72 km/h, é equivalente a 20 m/s;

$$\text{➤ } \frac{72 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{72000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

➤ 1 litro (L ou l), é equivalente a 1 decímetro cúbico

Vale ressaltar ainda, que $1 \text{ dm}^3 = 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 1000 \text{ cm}^3$, que representa a medida de um recipiente cúbico de 10 cm de aresta, ao ser completamente preenchido por um determinado líquido, corresponde exatamente a um litro.

Nos estudos da mecânica newtoniana, principalmente na cinemática, o uso de algumas grandezas é fundamental, para isso, é necessário que façamos uma análise de cada uma delas, para depois demonstrar a sua aplicabilidade.

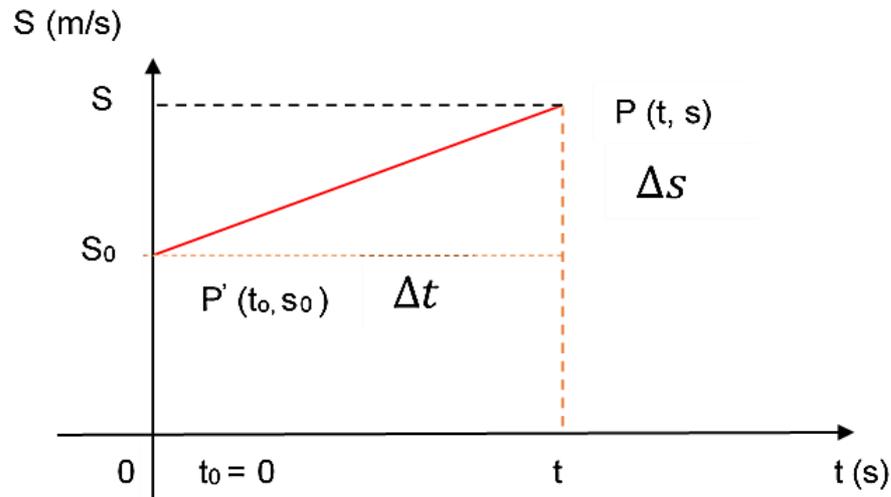
O emprego das equações horárias, na mecânica clássica, também tem sua importância nos estudos das grandezas escalares e vetoriais, pois ao equacionar certo movimento é preciso compreender qual equação será usada adequadamente. Para cada tipo de movimento, seja na cinemática (movimento retilíneo, circular e vetorial), na dinâmica, na ondulatória, dentre outros, é preciso somente fazer adaptações nas funções horárias apresentadas e, em seguida, usar as equações pretendidas.

A seguir, teremos várias demonstrações gráficas e equacionárias, com situações-problema resolvidas passo a passo, ambas envolvendo movimentos relativos ao ensino básico introdutório da física 1, dentro da concepção dos trabalhos publicados por grandes intelectuais dessa área de conhecimento.

Movimento retilíneo uniforme - equações horárias:

A velocidade é uma grandeza vetorial dada pela razão entre o deslocamento pelo tempo decorrido (NUSSENZVEIG, V1, 2013, p. 24).

Figura 2 – Apresentação gráfica da função $S = f(t)$, no MRU



Fonte: autor

Usando a definição do teorema de Pitágoras, temos:

$$\begin{cases} \Delta s \rightarrow \text{variação do espaço, } \Delta s = s - s_0 \\ \Delta t \rightarrow \text{variação do tempo, } \Delta t = t - t_0 \end{cases}$$

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \text{OU} \quad v_m = \frac{s - s_0}{t - t_0}$$

Equação horária do MRU, temos:

$$v = \frac{s - s_0}{t - t_0}, \text{ quando } t_0 = 0, \text{ fica assim:}$$

$$s - s_0 = vt;$$

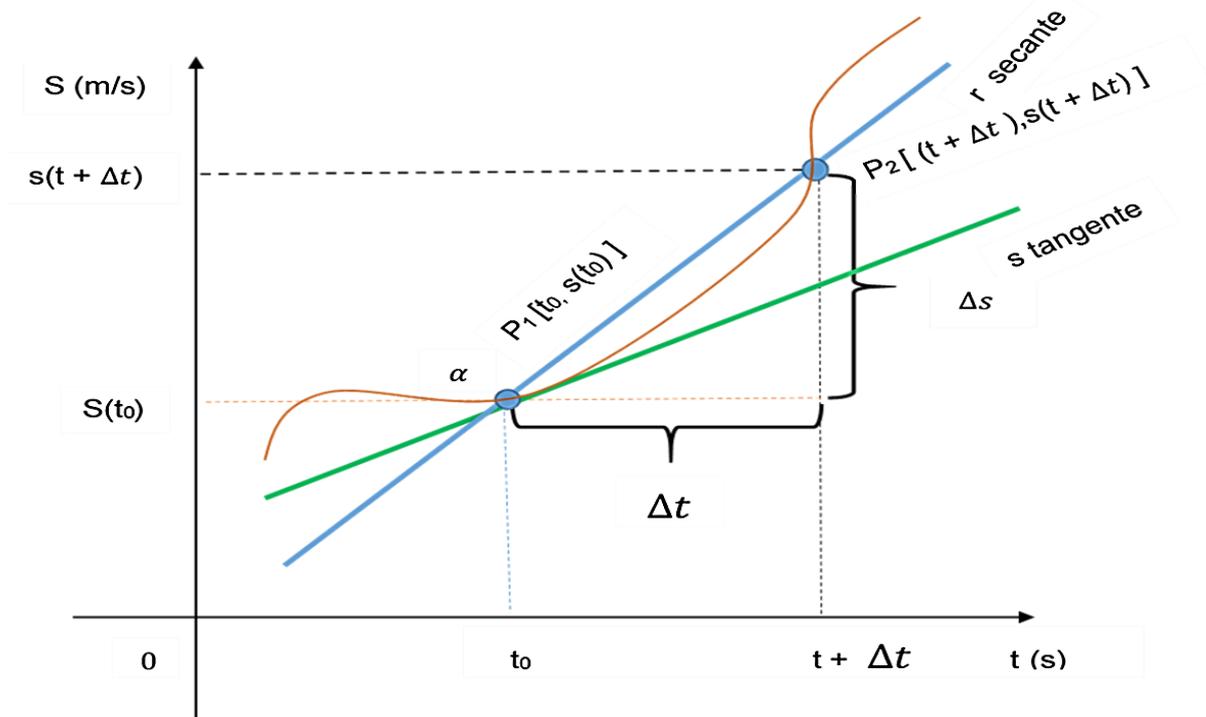
$$\mathbf{s = s_0 + vt}$$

Mais precisamente, como esses deslocamentos podem variar entre intervalos de tempo cada vez menores, temos que considerar estes deslocamentos no limite para intervalos de tempos infinitesimais, ou seja, devemos calcular a derivada do deslocamento em relação ao tempo (NUSSENZVEIG, 2013, p.25).

Função horária das posições $s = f(t)$ do tipo $s(t) = a + bt$.

A figura 3 está baseada em um movimento qualquer, cuja ideia de espaço será centrada em um certo limite, para que possamos definir o conceito de velocidade instantânea.

Figura 3 – Apresentação gráfica de uma função do tipo $S = f(t)$, para obter a velocidade instantânea



Fonte: autor

Através da reta secante, podemos definir a variação do espaço com o tempo (coeficiente angular da reta secante). Sendo que, o ponto P_2 , ao se aproximar do ponto P_1 , a reta secante tende a coincidir com a reta tangente, portanto: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{medida do cateto oposto}}{\text{medida do cateto adjacente}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, assim, a variação do espaço pela variação do tempo é numericamente igual a velocidade (v) (NUSSENZVEIG, 2013, p.26).

$$\operatorname{tg} \alpha \stackrel{N}{=} v \text{ (velocidade)}$$

$$V = \lim_{t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ ou } \lim_{t_0 \rightarrow 0} \frac{s(t) - s_0(t_0)}{t - t_0} = \frac{\partial s}{\partial t}$$

Para uma função $s(t)$, o limite é:

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{s(t_0 + \Delta t) - s(t_0)}{\Delta t} \right] = \lim_{t_0 \rightarrow 0} \left[\frac{\Delta s}{\Delta t} \right]_{t = t_0} = \frac{\partial s}{\partial t},$$

Assim, como o módulo do deslocamento tem dimensão de comprimento, a dimensão da velocidade é dada por:

$$|v| = \frac{|\Delta s|}{|\Delta t|} = |\Delta s| |\Delta t|^{-1}$$

Movimento retilíneo uniforme variado - equações horárias:

- $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ OU $a_m = \frac{v-v_0}{t-t_0}$
- $v = v_0 + at$
- $s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$
- $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$

Observação:

- Km/h em m/s : 3,6 ou m/s em km/h x 3,6

Demonstrações das equações horárias

➤ Derivada da função do tipo $s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$, temos:

$$\frac{\partial s}{\partial t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{s(t_0+\Delta t) - s(t_0)}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}\alpha(t_0+\Delta t)^2 + v_0(t_0+\Delta t) + s_0 - (s_0 + v_0t_0 + \frac{1}{2}\alpha t_0^2)}{\Delta t}, \text{ para } t = t_0$$

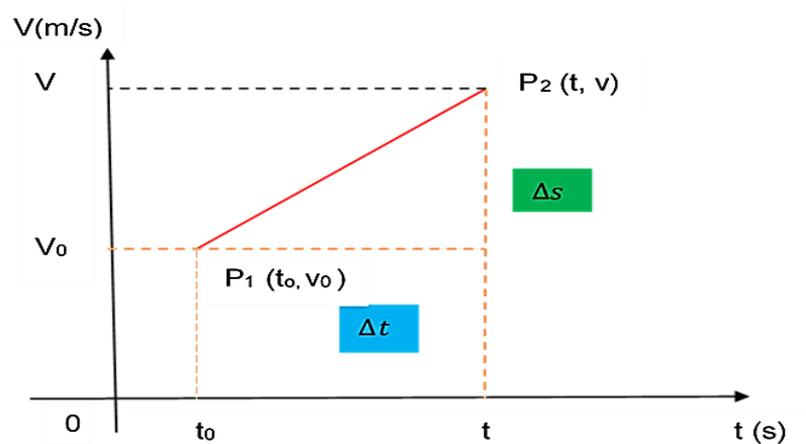
$$\frac{\frac{1}{2}\alpha[(t_0)^2 + 2.t_0.\Delta t + (\Delta t)^2] + v_0t_0 + v_0\Delta t + s_0 - s_0 - v_0t_0 - \frac{1}{2}\alpha t_0^2}{\Delta t} =$$

$$\frac{\frac{1}{2}\alpha(t_0)^2 + \alpha.t_0.\Delta t + \frac{1}{2}\alpha(\Delta t)^2 + v_0t_0 + v_0\Delta t + s_0 - s_0 - v_0t_0 - \frac{1}{2}\alpha t_0^2}{\Delta t} =$$

eliminando os termos semelhantes, resta $\alpha t_0 + \frac{\alpha}{2} \Delta t + v_0$, como Δt fica cada vez menor, a função $v(t) = v_0 + \alpha t$, nesse caso, a constante α (aceleração) é a taxa de variação da velocidade (DANTE, 2013, p. 132).

Representando graficamente a função horária das posições no MRUV na figura 4 (NUSSENZVEIG, 2013, p.31), temos:

Figura 4 – Apresentação gráfica da função do tipo $v = f(t)$, no MRUV



Fonte: autor

Para uma função $v(t)$, o limite é:

$$f(\alpha) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{v(t_0 + \Delta t) - v(t_0)}{\Delta t} \right] = \lim_{t \rightarrow t_0} \left[\frac{\Delta v}{\Delta t} \right]_{t=t_0} = \frac{\partial v}{\partial t}$$

Função horária da velocidade $v = f(t)$

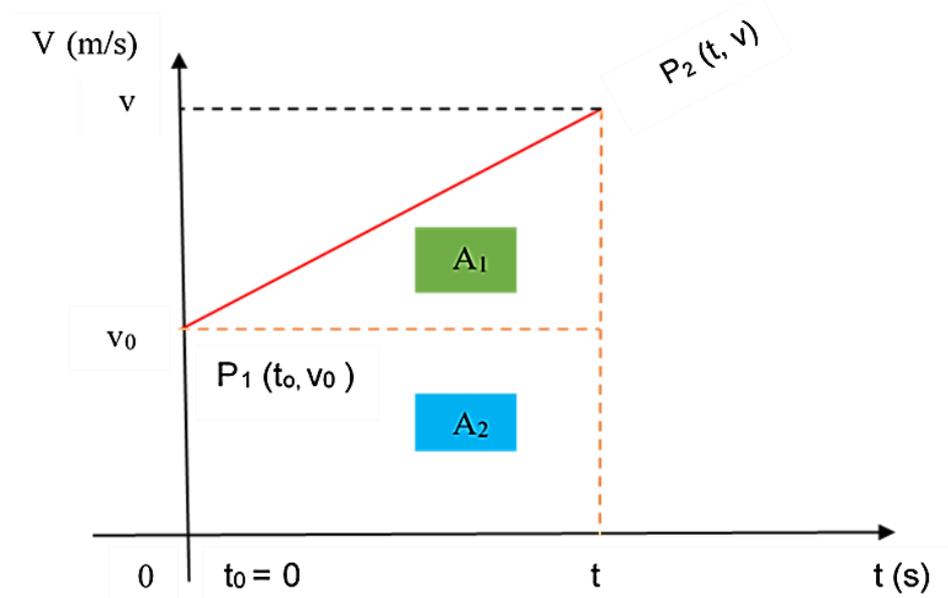
- $a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ ou $a = \frac{v - v_0}{t - t_0 \rightarrow 0}$, resolvendo a proporção:

$$v - v_0 = at, \text{ isolando o } v, \text{ fica assim: } v = v_0 + at$$

Função horária das posições $s = f(t)$

Na figura 5, apresenta o gráfico da velocidade em função do tempo, e mediante as áreas A_1 e A_2 , será possível determinar a equação horária das posições em função do tempo, quando o movimento é uniforme variado $S = f(t)$.

Figura 05 – Apresentação gráfica de função $v = f(t)$, para obter a função do tipo $s = f(t)$ no MRUV:



Fonte: autor

Mediante as medidas de áreas formada pela inclinação da reta com o eixo das abscissas, poderemos chegar à função horária das posições no Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV).

$$A_1 = \frac{b \cdot h}{2} \text{ (triângulo). Temos:}$$

$$\text{obs: } A_{total} = \Delta s$$

$$A_1 = \frac{(t-0)(v-v_0)}{2}$$

$A_1 = \frac{t \cdot \Delta v}{2}$, sabendo que $v = v_0 + at$ e $at = v - v_0$ ou $\Delta v = at$, substituindo Δv fica assim:

$$A_1 = \frac{t \cdot at}{2} \text{ ou } A_1 = \frac{at^2}{2}$$

• $A_2 = b \cdot h$, (retângulo) temos:

$$\bullet A_2 = (t - 0) \cdot (v_0 - 0)$$

$$A_2 = v_0 t$$

$$A_{total} = A_1 + A_2$$

$$A_{total} = \frac{at^2}{2} + v_0 t$$

$S - S_0 = v_0 t + \frac{at^2}{2}$, isolando o S, fica assim: $S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$, (NUSSENZVEIG, 2013, p.33)

Equação de Torricelli

Fazendo comparações da equação da velocidade com a equação da posição:

$$\begin{cases} v = v_0 + at \\ S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \end{cases}$$

$v = V_0 + at$ isolando t, temos: $at = v - v_0$

$t = \frac{v-v_0}{a}$, substituindo a 1ª na 2ª equação:

$$S = S_0 + v_0 \left(\frac{v-v_0}{a} \right) + \frac{a}{2} \left(\frac{v-v_0}{a} \right)^2$$

$$S = S_0 + \left(\frac{v_0 v - (v_0)^2}{a} \right) + \frac{a}{2} \left[\frac{v^2 - 2v \cdot v_0 + (v_0)^2}{a \cdot a} \right]$$

$$2 a S = 2 a S_0 + 2 v_0 v - 2 (v_0)^2 + [v^2 - 2 v_0 v + (v_0)^2]$$

$$2 a S = 2 a S_0 - (v_0)^2 + v^2$$

$v^2 = (v_0)^2 + 2 a S - 2 a S_0$ ficando assim:

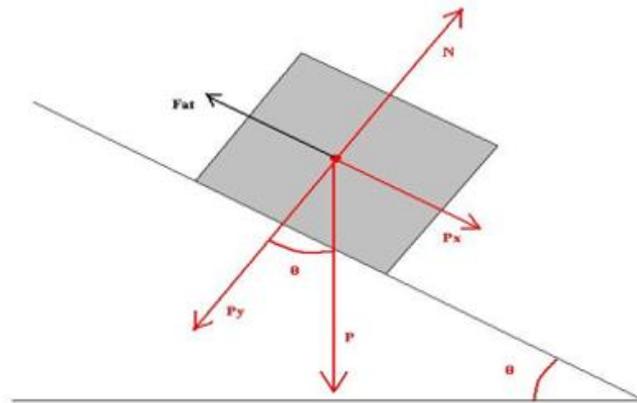
$$v^2 = (v_0)^2 + 2a(S - S_0) \text{ ou}$$

$$v^2 = (v_0)^2 + 2a\Delta S, \text{ (NUSSENZVEIG, 2013, p.34)}$$

Componentes e equações utilizadas no plano inclinado. A figura 6 apresenta o plano inclinado e as componentes utilizadas para determinar a intensidade, direção e sentido de cada força que nele estará em estudo.

A figura 6 demonstra as componentes associáveis ao plano inclinado que fazem parte do movimento de um objeto quando ele se encontra nessa situação de deslizamento.

Figura 6 – Esquema do plano inclinado e suas componentes vetoriais



Fonte: imagem da internet

Componentes:

- $\text{sen } \theta = \frac{P_x}{P} \rightarrow P_x = P \cdot \text{sen } \theta$
- $\text{cos } \theta = \frac{P_y}{P} \rightarrow P_y = P \cdot \text{cos } \theta$

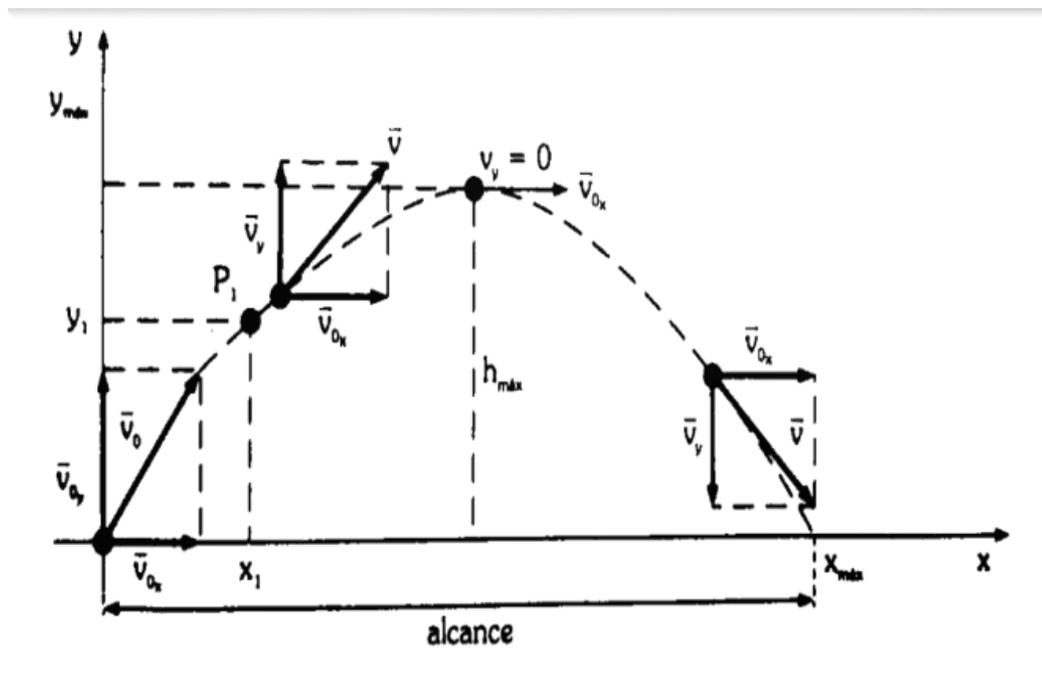
Força de atrito F_{at} , sua fórmula: $F_{at} = \mu \cdot N$ e sua equação:

- $P_x - F_{at} = m \cdot a$
- $P = m \cdot g$
- $s = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2$
- $v = v_0 + \alpha t$

- $v^2 = (v_0)^2 + 2a\Delta S$

Componentes e equações usadas no lançamento oblíquo. A figura 7 demonstra o movimento realizado por um corpo em sua trajetória parabólica e suas respectivas equações horárias atribuídas a esse movimento (BONJORNO [et al.], 2001, p. 67).

Figura 7 – Esquema do lançamento oblíquo e suas componentes vetoriais



Fonte: imagem adaptada pelo autor

As Componentes:

$$\cos \alpha = \frac{V_{0x}}{V_0} \quad V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{V_{0y}}{V_0} \quad V_{0y} = V_0 \sin \alpha$$

As equações horárias do movimento:

SEGUNDO X

$$S = S_0 + vt$$

$$x = x_0 + V_{0x}t$$

SEGUNDO Y

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2$$

$$y = y_0 + V_{0y}t + \frac{g}{2} t^2$$

$$v = v_0 + \alpha t$$

$$v_y = V_{0y} + gt$$

As observações consideráveis para o lançamento oblíquo (BONJORNO et al. 2002, p. 67):

- No ponto de altura máxima (h_{\max}) o módulo da velocidade no movimento vertical é $v_y = 0$;
- No alcance máximo (x_{\max}), temos $y = 0$.
- Em um certo instante a posição do corpo é dada por $P_1(x_1, y_1)$;
- A velocidade num dado instante é dada por: $\vec{v} = \vec{V}_{0x} + \vec{v}_y$.

As grandezas também podem ser classificadas em diretamente proporcionais ou inversamente proporcionais. Para melhor compreender as definições de grandezas, veja os exemplos a seguir:

i. Grandezas diretamente proporcionais – Quando uma grandeza aumenta a outra também aumenta na mesma proporção ou se uma diminui a outra também diminui na mesma proporção

Por exemplo, uma pessoa dirigindo um carro com velocidade constante de 90 km/h, resolve ler uma mensagem de texto em seu celular durante 5 segundos, a distância que o motorista irá percorrer sem prestar atenção na rodovia é:

- a) 40m b) 125m c) 80m d) 100m e) 30m

Como demonstração da resolução do problema, deve-se converter as unidades de medidas de mesma natureza: 90 km, equivale 90 000 metros e 1h, equivale 3 600 segundos.

$$\begin{array}{ccc} \text{Distância (m)} & & \text{tempo (s)} \\ 90\ 000 & & 3\ 600 \\ x & \downarrow & 5 \downarrow \end{array}$$

$$\frac{90000}{x} = \frac{3600}{5}$$

Obs. Grandeza Diretamente Proporcional. Multiplica-se em “forma de x”. Conforme a regra de proporcionalidade que diz: “O produto dos meios e igual ao produto dos extremos”.

$$36x = 4\ 500$$

$$x = \frac{4500}{36} \quad x = 125 \text{ m}$$

Portanto, teremos como resultado 125 m. Esse mesmo problema também poderá ser resolvido pela equação da velocidade escalar média.

Assim, são vários problemas físicos que podem ser resolvidos utilizando o que é denominado na matemática por regra de três. Veja esse outro exemplo:

- Certa furadeira pode atingir a rotação máxima de 3000rpm. Nessa situação, calcule o período, no SI.

Como sempre, devemos observar as grandezas para que elas possam ser convertidas nas mesmas unidades de medidas: 3000 rotações por minuto, significa 3000 rotações em 60s e o período (x) corresponde o tempo gasto para uma volta completa.

$$\begin{array}{cc}
 \text{N}^\circ \text{ de volta} & \text{tempo (s)} \\
 \downarrow 3\ 000 & 60 \downarrow \\
 1 & x
 \end{array}$$

Seguindo o exemplo anterior, as setas para baixo significam que as grandezas são diretamente proporcionais, então:

$$\frac{3000}{1} = \frac{60}{x}$$

$$60x = 3000$$

$$x = \frac{60}{3000} \text{ (dividimos cada número da fração por 60)}$$

$$x = \frac{1}{50} \text{ s ou } 0,02\text{s}$$

Portanto, cada volta ocorre numa fração de segundo de 0,02s, que corresponde exatamente ao período rotacional desta furadeira.

Vale ressaltar ainda que, tanto o exemplo 1 como o exemplo 2, podem ser resolvidos através das equações matemáticas próprias para cada situação e, assim, existem outros problemas físicos que podem ser resolvidos através das proporções.

ii. Grandezas Inversamente Proporcionais – Quando uma grandeza aumenta, a outra diminui na mesma proporção ou se uma diminui a outra aumenta na mesma proporção.

Por exemplo, com velocidade média de 40 km/h, Luís faz o percurso de carro de sua casa até sua fazenda em 5 horas. Se ele aumentar a velocidade para 50 km/h fará o mesmo percurso em:

- a) 10 horas b) 5 horas c) 3 horas d) 8 horas e) 4 horas

Devemos inicialmente escrever as palavras que representam as grandezas e organizar os valores numéricos debaixo de cada palavra associada.

| | |
|--------------------------|------------------------|
| Velocidades (Km/h) | tempo (h) |
| \uparrow 40 50 | 5 \downarrow x |

As grandezas em si são “Inversamente Proporcionais”, dessa forma, devermos Inverter a grandeza que está com a seta para cima e logo em seguida resolver a proporção. Ficando assim:

$$\frac{50}{40} = \frac{5}{x}$$

$$5x = 20$$

$$x = \frac{20}{5}$$

$$x = 4$$

Portanto, podemos observar que a hora diminui quando aumentamos a velocidade, ou seja, o percurso será realizado em 4h.

As regras resolutivas para cada problema citado anteriormente, aplicam-se das seguintes maneiras:

- a) Coloque a seta para baixo na grandeza que contém a incógnita (x);
- b) Compare as outras grandezas com aquela que contém a incógnita:
- c) Se aumentar proporcionalmente, a seta deve direcionar para o número de maior valor, se diminuir proporcionalmente, a seta deve ir para o número de menor valor. Ficando assim:

↓ ↓ Diretamente proporcionais;
 ↑ ↓ Inversamente proporcionais;

d) através das indicações das setas sendo consideradas inversamente proporcionais, a grandeza que contém a seta indicada para cima deve se inverter ao iniciar a resolução da proporção matemática. Em seguida, se resolve a equação normalmente.

2.3. Grandezas escalares

Constantemente nos deparamos com grandes quantidades de grandezas físicas. Vale ressaltar que várias delas estão bem definidas e outras que na verdade precisa de um conhecimento mais aprofundado, por exemplo: ao dizermos que um veículo estava à 120 km/h quando perdeu o controle da direção, qualquer pessoa que não tenha um grau de instrução mais avançado, saberia compreender muito bem as informações. Agora, se colocarmos como exemplo que a carga elementar dos elétrons é de aproximadamente $1,6 \cdot 10^{-19}$, faz-se necessário um grau maior de conhecimento acadêmico para dar significado a essa grandeza. Para os parâmetros curriculares nacionais PCN (1997), refere-se que:

[...] na vida em sociedade, as grandezas e as medidas estão presentes em quase todas as atividades realizadas. Desde modo, desempenha papel importante no currículo, [...]. As atividades em que as noções de grandezas são exploradas proporcionam melhor compreensão de conceitos relativos ao espaço e as formas. São contextos muito ricos para trabalho com os significados dos números e das operações (BRASIL, 1999, p.56).

Existem grandezas que são perfeitamente definidas, essas são conhecidas como grandezas escalares que, por definição, são caracterizadas por um valor numérico e uma unidade de medida para representar uma grandeza física. Exemplos de grandezas escalares: Temperatura; Volume; Massa; Tempo; Pressão; Pressão Atmosférica; Umidade Relativa do Ar; Área; Calor. As grandezas que são definidas através de direção, sentido e intensidade, são conhecidas como grandezas vetoriais. Exemplo de Grandezas Vetoriais: Velocidade; Campo Elétrico; Campo Magnético; Aceleração; Força; Deslocamento (MARTINI et al,2016, p.66).

O estudo das grandezas é o ponto chave para o desenvolvimento deste trabalho, sem dúvida de grandiosa importância para aprimoramento e desenvolvimento do processo educacional no ensino da física. Nesse sentido,

teremos uma visão adequada de como esse assunto é fundamental para a evolução da física nos dias atuais.

2.4. Grandezas vetoriais

2.4.1. Vetores

Para entendermos a importância dos estudos que envolvem álgebra geométrica (GA), devemos iniciar falando do emprego de vetores e ao mesmo tempo fazer comparações com medidas escalares dentro do conceito do estudo da física.

Por definição, segundo Martini et al. (2016), “vetor é símbolo matemático utilizado para representar a direção, sentido e intensidade v e (módulo)”. O vetor em si é representado por uma seta e se comparamos vários vetores podemos utilizar operações matemáticas para encontrar o vetor resultante no qual as setas estão sendo orientadas, portanto, temos as seguintes situações sendo demonstradas passo a passo:

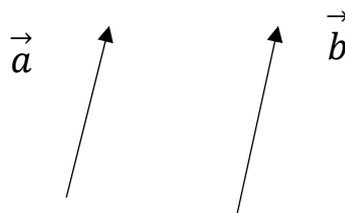
A importância dos estudos de vetores na física determina a possibilidade de analisar com clareza situações em que é preciso aprofundar os fatos ocorrentes detalhadamente. Por exemplo, a velocidade escalar média determina um resultado numérico, nesse caso, é uma grandeza escalar, já para obter a velocidade vetorial, é preciso analisar direção, sentido e intensidade. Da mesma forma, o deslocamento vetorial é necessário seguir o conceito de grandeza vetorial. Assim, muitas outras grandezas físicas são necessárias ao uso das grandezas vetoriais.

2.4.2. Adição de vetores concorrentes

Exemplo 1.

Seja dois vetores \vec{a} e \vec{b} obtemos o vetor resultante \vec{R} , tal que $\vec{R} = \vec{a} + \vec{b}$

Figura 8 – representação de vetores.

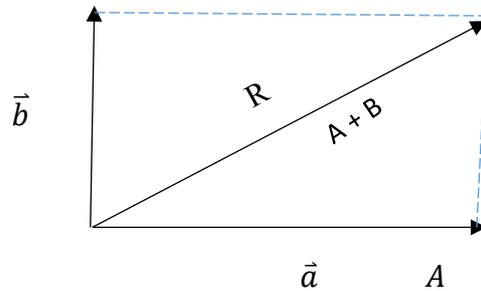


Fonte: autor

Nota-se que os vetores \vec{a} e \vec{b} têm a mesma direção e o mesmo sentido.

Exemplo 2

Figura 9 – representação de vetores (soma).



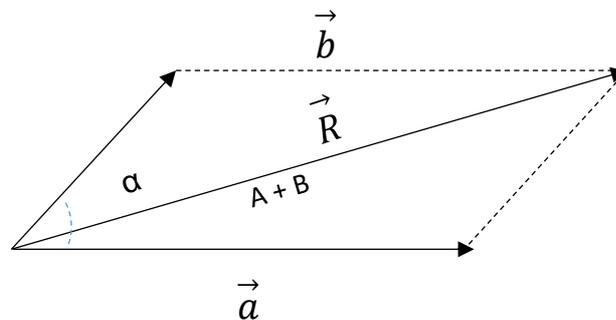
Fonte: Autor

$$\vec{R}^2 = \vec{a}^2 + \vec{b}^2 \quad \text{ou} \quad \vec{R} = \sqrt{\vec{a}^2 + \vec{b}^2}$$

Exemplo 3.

Regra do paralelogramo:

Figura 10 – representação de vetores (paralelogramo).

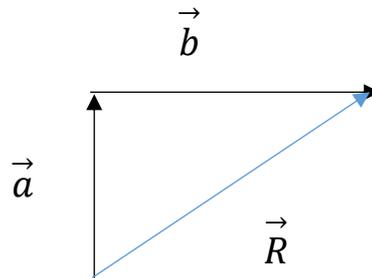


Fonte: autor

$$\vec{R}^2 = \vec{a}^2 + \vec{b}^2 + 2 \cdot \vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \cos \alpha \quad \text{ou} \quad \vec{R} = \sqrt{\vec{a}^2 + \vec{b}^2 + 2 \cdot \vec{a} \cdot \vec{b} \cdot \cos \alpha}$$

Vale ressaltar que o vetor \vec{R} pode ser representado pelo segmento cuja origem coincide com a origem do vetor \vec{a} e a extremidade coincide com a extremidade do vetor \vec{b} . Esse método é chamado regra do polígono, conforme estão representados na figura 14 (BONJORNO [et al.], 2001, p.54).

Figura 11 - Representação do polígono através dos encontros de vetores (regra do polígono).

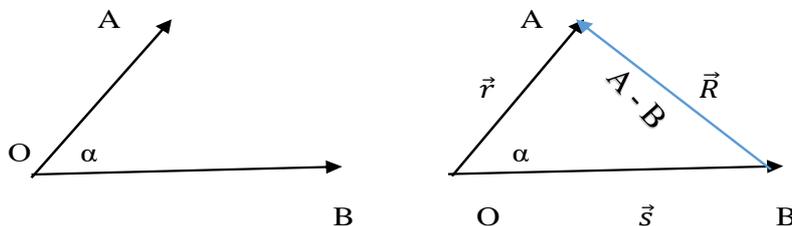


Fonte: autor

2.4.3. Subtração entre dois vetores

Consideremos dois vetores $\vec{r} = A - O$ e $\vec{s} = B - O$, formando entre si um ângulo α , temos na figura 12 a demonstração de duas semirretas distintas em que o vetor resultante será a diferença entre os vetores \vec{A} e \vec{B} :

Figura 12- Representação do polígono através dos encontros de vetores (vetor resultante).



Fonte: Autor

O vetor diferença $\vec{R} = \vec{r} - \vec{s}$ é dado por:

$$\vec{R} = \vec{r} - \vec{s}$$

$$\vec{R} = (A - O) - (B - O)$$

$$\vec{R} = A - O - B + O$$

$$\vec{R} = A - B$$

Sendo A extremidade e B a origem, em que a direção é a reta AB e o sentido de B para A, algebricamente temos:

$$\vec{R} = \sqrt{r^2 + s^2 - 2.r.s.\cos\alpha} \quad (\text{DOCA et al, 2013, p.72})$$

2.4.4. Produto escalar entre vetores

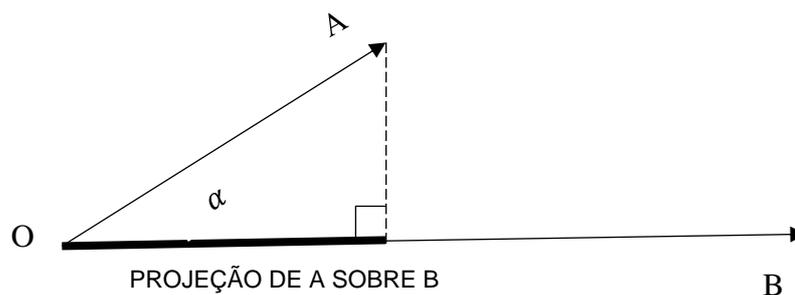
Dados os vetores \vec{u} e \vec{v} , o produto escalar entre eles são representados por $\vec{u} \cdot \vec{v}$ ou $\langle \vec{u}, \vec{v} \rangle$, considerando dois vetores \vec{v}_1 e \vec{v}_2 de coordenadas respectivamente iguais a (x_1, y_1, z_1) e (x_2, y_2, z_2) , temos:

$$\begin{aligned} \vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 &= (x_1, y_1, z_1) \cdot (x_2, y_2, z_2) \\ &= x_1x_2 + y_1y_2 + z_1z_2 \end{aligned}$$

Os valores do produto escalar entre dois vetores dependem também do ângulo formado entre eles, se o ângulo for menor do que 90° temos $\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 > 0$, se o ângulo é maior do que 90° temos $\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 < 0$ e se o ângulo for de 90° temos $\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 = 0$.

Podemos destacar também que o produto escalar entre dois vetores do representado por A e B é definido como o produto da intensidade do módulo do vetor A pela intensidade do módulo do vetor B, multiplicado pelo cosseno do ângulo formado entres eles, conforme representado na figura 13.

Figura 13- Representação do produto escalar entre vetores.



Fonte: Autor

Temos:

$$\mathbf{A \cdot B} = |\mathbf{A}| \cdot |\mathbf{B}| \cdot \cos \alpha$$

Um das aplicações do produto escalar, podemos destacar no estudo de força F aplicada em um deslocamento retilíneo, executando em si o trabalho realizado $\tau = \int F \cdot dl \cdot \cos \alpha$ (BONJORNO et al. 2001, p.129; apud. WINTERLE,2000, p. 64).

5.4.5. Produto vetorial

Dados dos vetores \vec{u} e \vec{v} , o produto vetorial entre eles são representados por $\vec{u} \times \vec{v}$, considerando dois vetores \vec{u} e \vec{v} de coordenadas respectivamente iguais a (x_1, y_1, z_1) e (x_2, y_2, z_2) com os vetores unitários de x, y e z, temos:

$$\vec{u} \times \vec{v} = \begin{bmatrix} \vec{x} & \vec{y} & \vec{z} \\ x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \end{bmatrix}$$

Resolvendo o determinante (HALLIDAY [et al.], apud BIASI, 2012, vol.9, p.62), temos:

$$\begin{bmatrix} x & y & z \\ x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \end{bmatrix} \begin{matrix} x & y \\ x_1 & y_1 \\ x_2 & y_2 \end{matrix}$$

$$\vec{u} \times \vec{v} = xy_1z_2 + yz_1x_2 + zx_1y_2 - (zy_1x_2 + xz_1y_2 + yx_1z_2)$$

$$\vec{u} \times \vec{v} = xy_1z_2 + yz_1x_2 + zx_1y_2 - zy_1x_2 - xz_1y_2 - yx_1z_2$$

$$\vec{u} \times \vec{v} = xy_1z_2 - xz_1y_2 + yz_1x_2 - yx_1z_2 + zx_1y_2 - zy_1x_2$$

$$\vec{u} \times \vec{v} = x(y_1z_2 - z_1y_2) + y(z_1x_2 - x_1z_2) + z(x_1y_2 - y_1x_2) \quad \text{ou}$$

$$\vec{u} \times \vec{v} = (y_1z_2 - y_2z_1)\vec{x} + (x_2z_1 - x_1z_2)\vec{y} + (x_1y_2 - x_2y_1)\vec{z}$$

Também pode ser definida por $A \times B = a_n |A| |B| \cdot \text{sen} \alpha$, sendo a_n o vetor unitário conhecido como normal, para orientar a direção e o sentido desse vetor. Podemos também fazer a orientação do produto vetorial fazendo uso da mão direita (HALLIDAY [et al.], apud BIASI, 2012, vol.9, p.62).

Vale ressaltar ainda que o produto vetorial não possui a propriedade comutativa, pois $\vec{u} \times \vec{v} = -(\vec{v} \times \vec{u})$, ou seja, as coordenadas do produto terão sinais opostos (WINTERLE, 2000, p. 77).

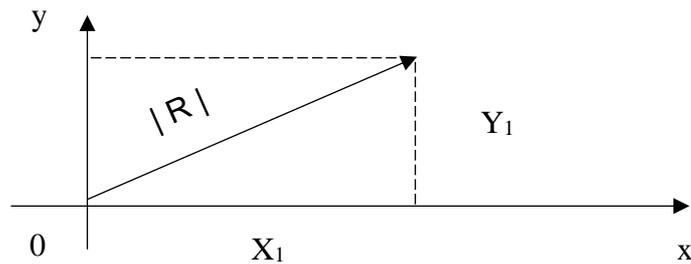
2.4.6. Vetores unitários (vesores) e módulo vetorial

a) Módulo Vetorial

O módulo vetorial é definido para obter a distância do vetor resultante em um plano ortogonal perpendicular (HALLIDAY [et al.], apud BIASI, 2012, vol.9, p.54).

Na figura 14, os vetores x e y estão posicionados perpendicularmente entre si, como será demonstrado a seguir:

Figura 14 - Representação do polígono através dos encontros de vetores.



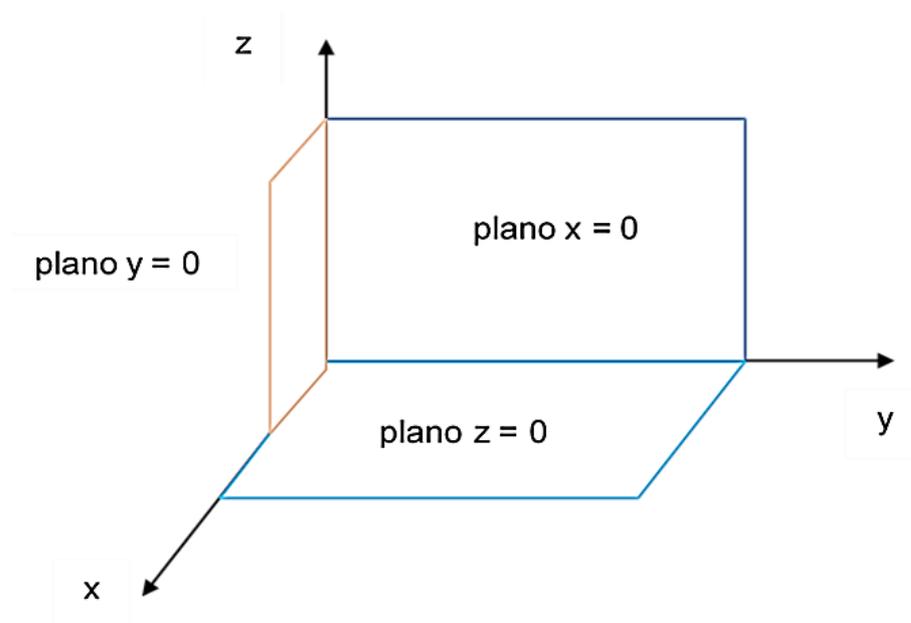
Fonte: autor

Aplicando o Teorema de Pitágoras temos:

$$|R|^2 = x_1^2 + y_1^2 \text{ ou } |R| = \sqrt{x_1^2 + y_1^2}$$

Também é possível observar os vetores nas figuras tridimensionais, conforme demonstrado na figura 15 a seguir:

Figura 15 - Representação dos vetores formando planos tridimensionais (x , y , z).



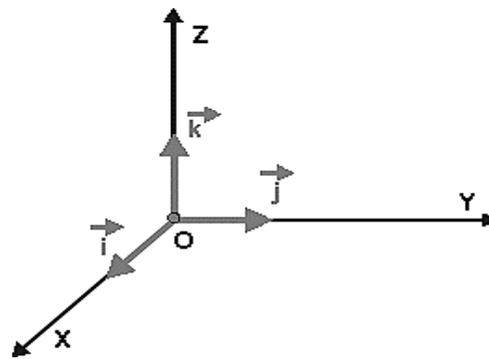
Fonte: Autor

$$|R| = \sqrt{x_1^2 + y_1^2 + z_1^2} \text{ e para n-dimensões temos } |R| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2}$$

b) Vetores Unitários

Dado um vetor \vec{B} não-nulo, dizemos que \vec{a}_B é o seu versor se for unitário e possuir a mesma direção e sentido do vetor \vec{B} . Nota-se que o versor unitário possui intensidade igual a 1. A figura 16 representa graficamente os vetores unitários.

Figura 16 – Eixos (x,y,z) e os vetores unitários (i,j,k)



Fonte: Imagem retirada da internet

Consideremos o Vetor \vec{B} descrito como $\vec{B} = Bx\hat{i} + By\hat{j} + Bz\hat{k}$, a intensidade

de $|B|$ é dada por $|B| = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$ o vetor unitário \vec{a}_B na direção de \vec{B} é definido por $\vec{a}_B = \frac{\vec{B}}{\sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}}$, ou seja, $\vec{a}_B = \frac{B}{|B|}$ (SPEROTTO e FREITAS, 2017, p.24)

2.5. Operadores diferenciais e práticas pedagógicas aplicável na Física

2.5.1. Rotacional, Divergente e Gradiente

a) Rotacional de uma função linear

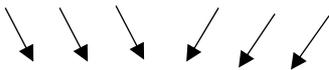
Para compreender o que significa rotacional, devemos defini-lo como um produto vetorial no qual devemos multiplicar o operador diferencial (∇) por um campo vetorial qualquer. Sabemos que esse operador diferencial é representado por $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial}{\partial z}\vec{k}$, portando, o produto vetorial (rotacional) é $\vec{\nabla} \times \vec{F}$. Sendo que o operador $\vec{\nabla}$ só terá significado quando for aplicado em uma função.

Veremos um exemplo:

Calcule o rotacional da função $F(x,y,z) = (xy^3z^2)\vec{i} + (3x^2y + z)\vec{j} + (y^4z^3)\vec{k}$.

Primeiramente, vamos calcular o produto vetorial de um campo vetorial F qualquer que iremos representar por $\vec{F}(x,y,z) = f(x,y,z)\vec{i} + g(x,y,z)\vec{j} + h(x,y,z)\vec{k}$ usando o cálculo do determinante.

$$\vec{\nabla} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ f & g & h \end{vmatrix}$$



$$\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ f & g & h \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} \\ f & g \end{vmatrix} = \frac{\partial h}{\partial y} \vec{i} + \frac{\partial f}{\partial z} \vec{j} + \frac{\partial g}{\partial x} \vec{k} - \frac{\partial f}{\partial y} \vec{k} - \frac{\partial g}{\partial z} \vec{i} - \frac{\partial h}{\partial x} \vec{j}$$

$$= \left(\frac{\partial h}{\partial y} - \frac{\partial g}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial f}{\partial z} - \frac{\partial h}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial g}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial y} \right) \vec{k} \longrightarrow \text{Fórmula}$$

Derivando cada uma das componentes da função $F(x,y,z) = (xy^3z^2)\vec{i} + (3x^2y + z)\vec{j} + (y^4z^3)\vec{k}$, temos:

$$= \left(\frac{\partial h}{\partial y} - \frac{\partial g}{\partial z} \right) \vec{i} + \left(\frac{\partial f}{\partial z} - \frac{\partial h}{\partial x} \right) \vec{j} + \left(\frac{\partial g}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial y} \right) \vec{k}$$

$$= \left[\frac{\partial h}{\partial y} (y^4z^3) - \frac{\partial g}{\partial z} (3x^2y + z) \right] \vec{i} + \left[\frac{\partial f}{\partial z} (xy^3z^2) - \frac{\partial h}{\partial x} (y^4z^3) \right] \vec{j} + \left[\frac{\partial g}{\partial x} (3x^2y + z) - \frac{\partial f}{\partial y} (xy^3z^2) \right] \vec{k}$$

$$= (4y^3z^3 - 1) \vec{i} + (2xy^3z) \vec{j} + (6xy - 3xy^2z^2) \vec{k}$$

O rotacional é, portanto, um campo vetorial usado em várias demonstrações físicas, por exemplo, na interpretação da velocidade dos fluídos e também na análise de forças eletromagnéticas.

O rotacional do campo vetorial em certo ponto corresponde à circulação desenvolvida por unidade de área (NUSSENZVEIG, V3, 2009, p.63-64).

$$|\text{rot } \vec{F}| = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{l}}{ds}$$

b) divergente

Divergente é um produto escalar que pode ser descrito por $\text{div}F = \vec{\nabla} \cdot \vec{F}$, sendo $\vec{F}(x,y,z) = f(x,y,z)\vec{i} + g(x,y,z)\vec{j} + h(x,y,z)\vec{k}$ e $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial}{\partial z}\vec{k}$.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{F} = \frac{\partial F_x}{\partial x} + \frac{\partial F_y}{\partial y} + \frac{\partial F_z}{\partial z}$$

O exemplo a seguir demonstra a aplicação da divergência conforme a função $\vec{F}(x,y,z) = (x^3 + y^2)\vec{i} + (3x^2 + z^2)\vec{j} + (xy^3z)\vec{k}$, temos:

$$\begin{aligned} \vec{\nabla} \cdot \vec{F} &= \left(\frac{\partial}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial}{\partial z}\vec{k} \right) \cdot [f(x^3 + y^2)\vec{i} + g(3x^2 + z^2)\vec{j} + h(xy^3z)\vec{k}] \\ &= \frac{\partial f}{\partial x}(x^3 + y^2) + \frac{\partial g}{\partial y}(3x^2 + z^2) + \frac{\partial h}{\partial z}(xy^3z) \\ &= 3x^2 + 0 + xy^3 \cdot 1 \\ &= 3x^2 + xy^3 \end{aligned}$$

O divergente do campo vetorial, em certo ponto, corresponde ao fluxo por unidade de volume: $\text{div} \vec{F} = \frac{\vec{F} \cdot \hat{n} dS}{dV}$ (NUSSENZVEIG, V3, 2009, p.35-36).

c) Vetor gradiente

O gradiente (ou vetor gradiente) é um vetor que indica o sentido e a direção na qual, por deslocamento a partir do ponto especificado, obtém-se a maior taxa de variação possível em uma grandeza, quando se define um campo escalar para o espaço atribuído.

$$\nabla f(x,y) = \frac{\partial f}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial f}{\partial y}\vec{j}, \text{ sendo uma função composta e derivável usa-se a}$$

Regra de cadeia

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial h} = \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial h} + \frac{\partial f}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial h}$$

Se a função f tiver três variáveis, o gradiente de f é a função $\text{grad} f$ ou ∇f .

Assim, o gradiente é definido por $\nabla f(x,y,z) = \frac{\partial f}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial f}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial f}{\partial z}\vec{k}$.

Encontre o gradiente da função $f(x,y,z) = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ no ponto $(2, 1, -2)$.

$$\nabla f(x,y,z) = \frac{\partial f}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial f}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial f}{\partial z}\vec{k}.$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\partial f}{\partial x} (\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}) \vec{i} + \frac{\partial f}{\partial y} (\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}) \vec{j} + \frac{\partial f}{\partial z} (\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}) \vec{k} \\
&= \frac{\partial f}{\partial x} (x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}} \vec{i} + \frac{\partial f}{\partial y} (x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}} \vec{j} + \frac{\partial f}{\partial z} (x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}} \vec{k} - \text{Regra da cadeia} \\
&= \frac{1}{2} (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot 2x \vec{i} + \frac{1}{2} (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot 2y \vec{j} + \frac{1}{2} (x^2 + y^2 + z^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot 2z \vec{k} - \\
&\text{divide por 2, aplica a operação inversa de potência com expoente negativo} \\
&= \frac{x}{(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})} \vec{i} + \frac{y}{(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})} \vec{j} + \frac{z}{(\sqrt{x^2 + y^2 + z^2})} \vec{k} - \text{fazendo a substituição do ponto (2,1,} \\
&2), \text{ temos:} \\
&= \frac{2}{(\sqrt{2^2 + 1^2 + (-2)^2})} \vec{i} + \frac{1}{(\sqrt{2^2 + 1^2 + (-2)^2})} \vec{j} + \frac{(-2)}{(\sqrt{2^2 + 1^2 + (-2)^2})} \vec{k} \\
&= \frac{2}{\sqrt{9}} \vec{i} + \frac{1}{\sqrt{9}} \vec{j} + \frac{(-2)}{\sqrt{9}} \vec{k} \quad \therefore \\
&\text{grad } f = \frac{2}{3} \vec{i} + \frac{1}{3} \vec{j} - \frac{2}{3} \vec{k}.
\end{aligned}$$

O gradiente quando aplicável no campo escalar em certo ponto é um vetor, que indica a direção e o sentido de máxima variação do campo naquele ponto, cujas as componentes informam, para tal ponto, a taxa de variação do campo em cada direção.

Além do que foi apresentado aqui sobre vetores, existem ainda assuntos mais aprofundados que poderão ajudar o educando a ter uma visão ampliada da Física em geral, no que diz respeito à física moderna, eletromagnetismo e termodinâmica.

2.5.2 Metodologia de ensino para auxiliar nas resoluções de problemas na física

Sabe-se que o ensino da física não é restrito somente à resolução de problemas utilizando fórmulas e cálculos. Existem vários contextos que nos remetem à compreensão da física em obter uma visão ampla do universo, porém, é notório que existem situações onde, para que se possa acontecer uma aprendizagem realmente significativa, os cálculos matemáticos devem ser assimilados adequadamente, principalmente quando resolvemos problemas do cotidiano. Como por exemplo: converter unidades de medidas de temperatura em diferentes escalas; calcular a velocidade final de um objeto em queda livre, estando esse em uma certa altura, o

valor da corrente elétrica em um circuito qualquer, diversas formas de calcular pressão, dentre outros.

Para alcançar um certo grau de conhecimento dos cálculos e das fórmulas usadas na física e também assimilar as fórmulas para os conteúdos que necessitem dessas ferramentas, serão demonstradas aqui interpretações de problemas através das grandezas a serem empregadas em cada situação. Somente o necessário para um acompanhamento educacional dentro da proposta do PE. Porém, essa metodologia poderá também ser estendida para outros conteúdos programáticos da física, que são aqueles onde haverá necessidades de fórmulas e cálculos matemáticos.

Situação-problema 1.

Como fazer as interpretações das grandezas físicas dentro de um problema elaborado?

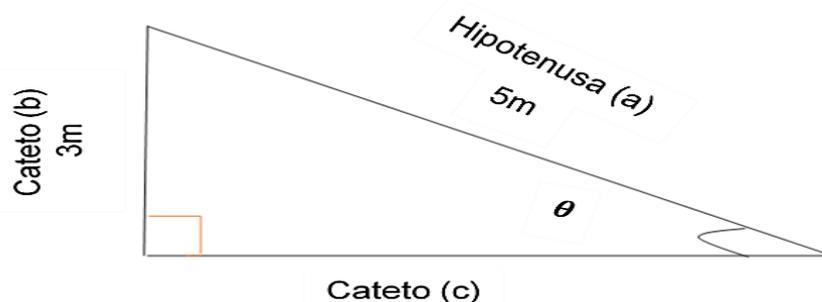
Vejamos o primeiro exemplo a seguir:

Considere uma pista de skate cujo topo da plataforma consiste em 3 m de altura com o solo, e 5 m de rampa. Determine a velocidade adquirida por um skatista de 70 kg ao atingir o final da pista inclinada. Desconsidere o atrito provocado pelas as rodas do skate com a pista. Adote $g = 10\text{m/s}^2$ (adaptado pelo autor).

Resolução comentada:

Alguns problemas muitas vezes requerem do leitor a montagem de um esquema, se achar necessário. Veja como é esse esquema na figura 17:

Figura 17 – Esquema do triângulo retângulo (teorema de Pitágoras e razão trigonométrica)



Fonte: autor

Com a montagem do esquema, visualiza-se o que será necessário para dar sequência na resolução de problema. Para determinar as componentes é preciso de um valor numérico para o ângulo de inclinação da rampa, assim saberemos o seno e o cosseno desse ângulo.

Sabe-se que o esquema da rampa demonstra um triângulo retângulo e, pela razão trigonométrica, é possível descobrir o valor do ângulo.

$\text{sen}\theta = \frac{3}{5}$, $\text{sen}\theta = 0,6$ e . Consultando uma tabela trigonométrica, teremos um ângulo aproximado de 37° . Sendo assim: $\text{sen}37^\circ = 0,6$ e $\text{cos}37^\circ = 0,798$, arredondado para $0,8$. Se a tabela trigonométrica não estiver disponível, podemos utilizar o Teorema de Pitágoras para encontrar o valor do lado desconhecido (x).

$$(\text{Hipotenusa } a)^2 = (\text{cateto } b)^2 + (\text{cateto } c)^2$$

$$5^2 = 3^2 + x^2$$

$$25 = 9 + x^2$$

$$x^2 = 25 - 9$$

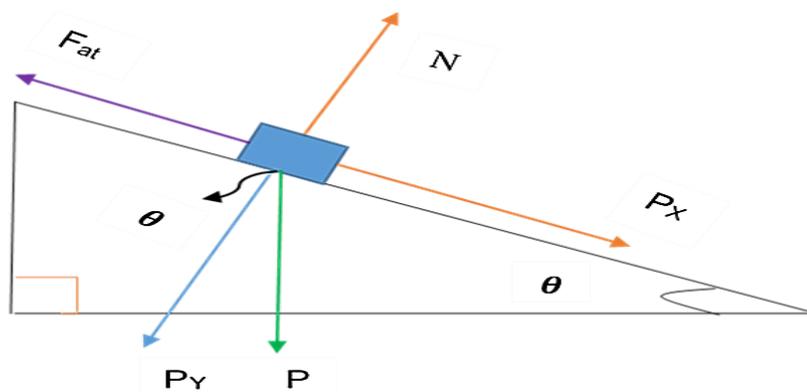
$$x^2 = 16$$

$$x = \sqrt{16} \quad \text{ou} \quad x = 4 \text{ m}$$

$$\therefore \text{cos}\theta = \frac{4}{5} = 0,8, \text{ conclui que } \text{sen}\theta = 0,6 \text{ e } \text{cos}\theta = 0,8$$

Na figura 18, apresenta-se todo o esquema envolvendo as componentes do plano inclinado e o objeto em estudo (rampa e o bloco).

Figura 18 – As componentes vetoriais do Plano Inclinado



Fonte: autor

Sabendo que as componentes são compostas por P_x , P_y , N , P e F_{at} , que estão claramente definidos pelos vetores deslocamento. Temos:

$$\begin{array}{lll}
 P_x = P \cdot \sin \theta & \text{e} & P_y = P \cdot \cos \theta & \text{obs: } P = m \cdot g, F_{at} = \mu \cdot N & \text{e} & N = P_y \\
 P_x = m \cdot g \cdot \sin \theta & & P_y = m \cdot g \cdot \cos \theta & & & F_{at} = 0,560 \\
 P_x = 70 \cdot 10 \cdot 0,6 & & P_y = 70 \cdot 10 \cdot 0,8 & & & F_{at} = 0 \\
 P_x = 420 \text{ N} & & P_y = 560 \text{ N} & & &
 \end{array}$$

Para determinar a velocidade (movimento variado), precisamos da aceleração e do tempo gasto para percorrer a rampa.

| | | |
|--|--|--|
| $P_x - F_{at} = m \cdot \alpha$ $420 - 0 = 70 \cdot \alpha$ $70 \cdot \alpha = 420$ $\alpha = \frac{420}{70}$ $\alpha = 6 \text{ m/s}^2$ | $S = S_0 + v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2$ $5 = 0 + 0 \cdot t + \frac{6}{2} t^2$ $3t^2 = 5$ $t^2 = \frac{5}{3}$ $t^2 \cong 1,7$ $t \cong \sqrt{1,7}$ $t \cong 1,3$ | $v = v_0 + \alpha \cdot t$ $v = 0 + 6 \cdot 1,3$ $v = 7,8 \text{ m/s}$ |
|--|--|--|

Podemos também utilizar a equação de Torricelli, sem a necessidade de calcular o tempo gasto para percorrer a rampa:

$$\begin{array}{l}
 v^2 = v_0^2 + 2 \cdot \alpha \cdot \Delta s \\
 v^2 = 0^2 + 2 \cdot 6 \cdot 5 \\
 v^2 = 60 \quad \rightarrow \quad v = \sqrt{60} \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad v \cong 7,8 \text{ m/s} \times 3,6 \rightarrow 28 \text{ km/h}
 \end{array}$$

R =. No final da rampa o skatista atingirá uma velocidade aproximada de 28 km/h

Vejamos o segundo exemplo:

Uma bola de futebol de campo é lançada do solo para cima segundo um ângulo de 45° em relação ao campo, com velocidade inicial de 108 km/h, adotando $g=10\text{m/s}^2$ e $\sin 45^\circ = 0,7$ e $\cos 45^\circ = 0,7$. Calcule o tempo gasto e o alcance da bola ao tocar o campo (adaptado pelo autor).

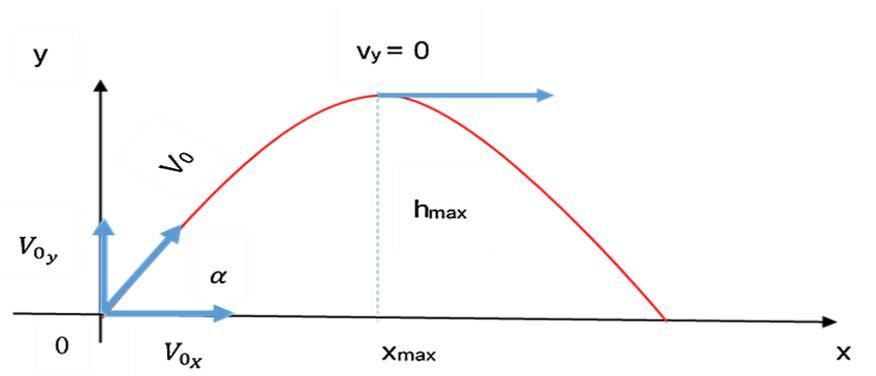
Resolução comentada:

$$\text{DADOS} \left\{ \begin{array}{l} \alpha = 45^\circ \\ v_0 = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} : 3,6 = 30 \text{ m/s} \\ g = 10 \text{ m/s}^2 \\ \text{sen } 45^\circ = 0,7 \text{ e } \text{cos } 45^\circ = 0,7 \\ t = ? \\ s_x = ? \end{array} \right.$$

ESQUEMA:

A figura 19 apresenta as componentes do lançamento oblíquo e as respectivas nomenclaturas de cada situação relativa na curvatura feita pelo movimento adquirido no lançamento específico.

Figura 19 – Esquema gráfico do lançamento oblíquo



Fonte: autor

As componentes vetoriais empregadas no lançamento oblíquo:

$$\cos \alpha = \frac{V_{0x}}{v_0}$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{V_{0y}}{v_0}$$

$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_{0y} = V_0 \text{sen } \alpha$$

$$V_{0x} = V_0 \cos 45^\circ$$

$$V_{0y} = V_0 \text{sen } 45^\circ$$

$$V_{0x} = 30 \cdot 0,7$$

$$V_{0y} = 30 \cdot 0,7$$

$$V_{0x} = 21 \text{ m/s}$$

$$V_{0y} = 21 \text{ m/s}$$

Equações horária:

$$x = x_0 + V_{0x}t$$

$$y = y_0 + V_{0y}t + \frac{g}{2}t^2$$

$$x = 0 + 21t$$

$$y = 0 + 21t + \frac{(-10)}{2}t^2$$

$$x = 21t$$

$$y = 21t - 5t^2$$

No campo $y = 0$

Alcance da bola (campo)

$$y = 21t - 5t^2$$

$$x = 21t$$

$$0 = 21t - 5t^2$$

$$x = 21 \cdot 4,2$$

$$t(21 - 5t) = 0$$

$$x = 88,2\text{m}$$

$$t_1 = 0 \text{ e } 21 - 5t_2 = 0 \cdot (-1)$$

$$5t_2 = 21$$

$$t_2 = \frac{21}{5}$$

$$t_2 = 4,2 \text{ s}$$

O tempo gasto para atingir o alcance máximo da bola ao tocar o solo foi de 4,2 s e o alcance máximo foi de 88,2 m.

Situação-problema 2:

Como retirar os dados contidos nos problemas para melhor equacioná-los?

Vejamos o primeiro problema:

Uma caixa de mantimento é jogada de um helicóptero que está a 45m de altura do solo, adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, o tempo e a velocidade que essa caixa atingirá o solo respectivamente são:

- a) 5s e 15m/s b) 8s e 30m/s c) 3s e 20m/s d) 4s e 40m/s
e) 3s e 30m/s

Resolução comentada:

Retiramos os dados com cada grandeza representada no problema, mesmo de forma interpretativa, sem a aparição dos mesmos no problema.
o

$$\text{Dados} \left\{ \begin{array}{l} s = 45\text{m} \\ s_0 = 0\text{m} \\ v_0 = 0 \\ t = ? \\ \alpha = g = 10\text{m/s}^2 \end{array} \right.$$

Analisamos os dados e equacionamos com as fórmulas apropriadas para o problema em questão.

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{g}{2} t^2$$

$$45 = 0 + 0 \cdot t + \frac{10}{2} \cdot t^2$$

$$45 = 5 \cdot t^2$$

$$5t^2 = 45$$

$$t^2 = \frac{45}{5}$$

$$t^2 = 9$$

$$t = \sqrt{9}$$

$$t = 3 \text{ s}$$

$$v = v_0 + g \cdot t$$

$$v = 0 + 10 \cdot 3$$

$$v = 30 \text{ m/s}$$

R = letra (e)

Vejamos o segundo problema (BONJORNO [et al.], 2001, p.68):

(Problema adaptado). Um corpo é lançado obliquamente para cima, formando um ângulo de 30° com a horizontal. Sabendo que o tempo de permanência no ar é de 6s e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$. Sem a resistência do ar, calcule a velocidade de lançamento. Adote: $\text{sen} 30^\circ = 0,5$ e $\text{cos} 30^\circ = 0,8$.

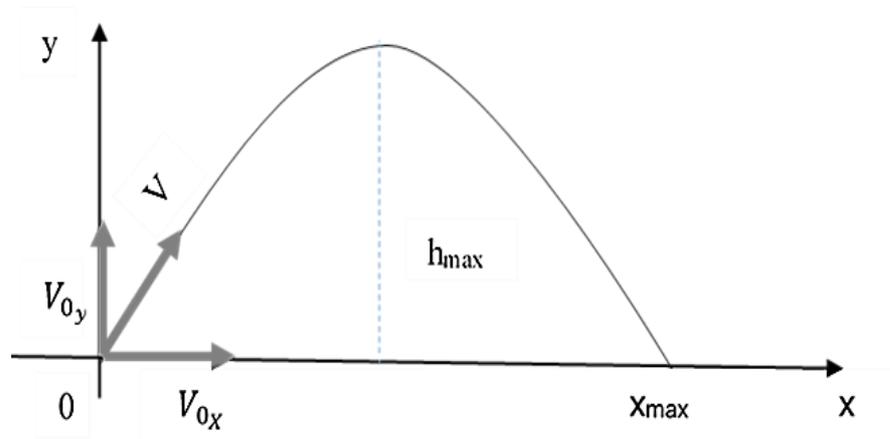
Resolução comentada:

Os dados contidos no problema são retirados para facilitar a interpretação;

$$\text{DADOS} \left\{ \begin{array}{l} \alpha = 30^\circ \\ v_0 = ? \\ g = 10 \text{ m/s}^2 \\ \text{sen } 30^\circ = 0,5 \\ \text{cos } 30^\circ = 0,8 \\ t = 6 \text{ s} \end{array} \right.$$

Nesse caso, para facilitar devemos encontrar primeiro as funções que correspondem a cada movimento observado graficamente na figura 20.

Figura 20 – Esquema gráfico do lançamento oblíquo para obter as componentes vetoriais



Fonte: autor

As Componentes para os vetores observáveis:

$$V_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$V_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$V_{0x} = v_0 \cos 30^\circ$$

$$V_{0y} = v_0 \sin 30^\circ$$

$$V_{0x} = v_0 \cdot 0,8$$

$$V_{0y} = v_0 \cdot 0,5$$

As Funções horárias para os movimentos em questão são:

$$x = x_0 + V_{0x} t$$

$$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{g}{2} t^2$$

$$x = 0 + v_0 \cdot 0,8 \cdot 6$$

$$y = 0 + v_0 \cdot 0,5 \cdot 6 + \frac{(-10)}{2} \cdot 6^2$$

$$x = 4,8 v_0$$

$$y = 3 v_0 - 180$$

No alcance máximo ou altura máxima temos $y = 0$. Assim:

$$y = 3 v_0 - 180$$

$$0 = 3 v_0 - 180$$

$$3 v_0 = 180$$

$$V_0 = \frac{180}{3}$$

$$V_0 = 60 \text{ m/s}$$

R= a velocidade inicial é de 60 m/s

Uma das dificuldades enfrentadas pelos leitores ao estudar nos livros didáticos de física ou de matemática, é que na maioria das vezes esses livros apresentam as demonstrações de conceitos e do processo de resolução de forma reduzida. Haja vista que a parte do processo resolutivo do problema fica oculta. Para um leitor que não tem um conhecimento prévio do assunto, a possibilidade de alcançar uma aprendizagem significativa é quase nula.

Baseado nas demonstrações comentadas dos problemas propostos anteriormente, e com a resolução feita passo a passo, começando desde da retirada das grandezas e organizando cada uma com suas informações necessárias, a facilidade para equacionar o problema será bem maior. A partir daí o processo resolutivo será bem mais prático.

Em minhas observações realizadas em sala de aula por vários anos consecutivos, notou-se que essa forma de resolver problemas facilita para o professor ensinar seus alunos com mais dinamicidade do que simplesmente resolvê-los de forma direta. Nesse sentido, é preciso que o professor esclareça para seus alunos quais são os pré-requisitos necessários que farão parte do problema e, em seguida, orientá-los como retirar as grandezas que estão explícitas no texto, em seguida, deve-se equacionar o problema adequadamente. Vale ressaltar ainda que para esse tipo de problema, quase sempre teremos o uso de equação ou de procedimento que possa chegar na conclusão do mesmo.

3. METODOLOGIA ADOTADA NA EXECUÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional (PE), foi elaborado para atender aos alunos da primeira série do Ensino Médio, adotando abordagem dos conteúdos de cinemática e dinâmica, a partir dos assuntos que envolvem grandezas escalares e vetoriais. Diante dessas perspectivas, tivemos duas aulas com slides, a primeira com assuntos sobre o plano inclinado e a segunda sobre lançamento oblíquo.

A aplicação do PE, teve sua execução na EEE Médio Dr. Romildo Veloso e Silva, localizada no município de Ourilândia do Norte-Pa, com capacidade para aproximadamente 1200 alunos. É uma escola estadual sob administração da Secretaria Estadual de Educação do Pará (SEDUC-PA).

O PE foi desenvolvido na turma do primeiro ano da tarde (turma 2), M1TR02, com 38 alunos matriculados, que se encontra na responsabilidade do professor de Física Luiz Gustavo Fernandes dos Santos. As atividades foram realizadas dentro do cronograma estabelecido na tabela 7 e 8, respectivamente.

A metodologia usada para a aula do plano inclinado contou com o uso de um *Datashow*, foi apresentada aos alunos uma aula montada através de slides contendo o resumo do assunto a ser trabalhado, dentro dessa aula, e ainda um vídeo de animação com os efeitos da física. Haja vista que os slides apresentados tiveram totais condições para uma aula diferente daquelas que os alunos estão acostumados no seu dia-a-dia. O diferencial dessa aula é que contém um breve histórico do assunto trabalhado, parte conceitual, situações-problema e, além disso, apresenta ainda uma animação que foi criada pelo aplicativo *Blender*, mostrando onde e como a física pode ser aplicada.

Ainda, no decorrer da apresentação da aula, os alunos observaram através do vídeo todo o processo de deslocamento de um objeto realizado em uma plataforma inclinada, sendo que, nas três plataformas, e em que cada uma delas demonstra um objeto deslizando sob a ação do coeficiente de atrito, ambos com valores diferentes. Nessa ocasião, o aluno pode perceber que aumentando o valor do coeficiente de atrito, menor será a velocidade adquirida pelo objeto. Também foi possível visualizar os componentes vetoriais envolvidos no plano inclinado.

A metodologia usada para o lançamento oblíquo, foi através do uso de um *Datashow*, onde o professor apresentou aos seus alunos um jogo, com finalidade de mostrar a trajetória da bola de um canhão, que através do ângulo de inclinação o jogador deve acertar um alvo estipulado pelo jogo, depois dessa parte lúdica, o professor deve aplicar em sala de aula, uma explanação do conteúdo de forma expositiva, apresentando aos seus alunos slides montados com assuntos dentro do tema “lançamento oblíquo”.

Após a explanação sobre essa aula, os alunos foram para a sala de informática situada na própria escola, onde os jogos já estavam instalados nos computadores disponíveis. O professor formou vários grupos de alunos, de tal forma que todos eles pudessem realizar as fases do jogo. Cada aluno teve a sua oportunidade de jogar, assim, ao errar na sua tentativa, passava a vez para o próximo aluno, até que todos fizessem suas tentativas. Assim, foi feito um rodízio até encerrar o tempo estabelecido para essa atividade.

Após concretizar cada atividade do projeto, o professor avaliou a participação dos alunos por meio de exercícios de aprendizagem, também no interesse, nos exercícios, no entusiasmo, na participação, na assiduidade e em outros critérios que foram adotados também pelo professor titular da turma.

Ainda, no final de todas as atividades propostas no projeto, os alunos responderam a um questionário visando a metodologia adotada pelo professor em sala de aula e sobre o ensino da física na educação básica. Esse questionário teve como objetivo observar o ensino, na perspectiva dos alunos entrevistados. Essa pesquisa correspondeu aos moldes “qualitativo e quantitativo”, para que os alunos tivessem a oportunidade de opinar sobre a qualidade do ensino em vários aspectos, com abrangência de modo geral no processo educacional da Educação Básica e os resultados obtidos, depois de analisados, serão apresentados graficamente e comentados pelo pesquisador. Essa mesma pesquisa foi composta por três questionários com questões objetivas e subjetivas, com no máximo seis questões cada, possibilitando, assim, a obtenção de melhores resultados.

04. RESULTADOS E DISCUSÃO DA PESQUISA EDUCACIONAL

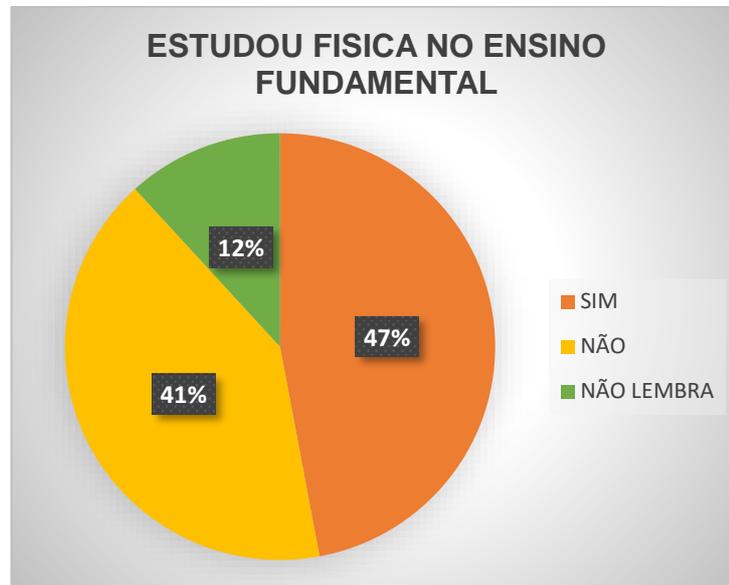
O objetivo principal desta pesquisa, foi buscar esclarecer como está sendo desenvolvida a metodologia do ensino da física na Educação Básica no município de Ourilândia, do Norte Pará, com o intuito de propor melhoria para o Ensino, levando em consideração a experiência vivenciada no dia a dia, o uso de recursos tecnológicos e suas atribuições, a participação ativa dos alunos, as metodologias já testadas e comprovadas por pesquisadores renomados, e fazer uso de metodologia inovadora, que é um dos objetivos do PE.

Após a aplicação das aulas dentro do previsto, os alunos tiveram que resolver três questionários sobre a proposta pedagógica desenvolvida no projeto, dentro das perspectivas do desenvolvimento do produto educacional. Após serem devolvidos os questionários ao professor aplicador, foi realizada a análise dos dados, que serão demonstrados graficamente nos resultados obtidos. Também será feita uma análise aprofundada de cada resultado pelo professor pesquisador, utilizando-se das respostas contidas nos questionários e da proposta específica do projeto (PE), bem como das experiências pedagógicas adquiridas durante sua vida profissional.

As figuras 21 a 33, apresentam os resultados obtidos nos questionários respondidos pelos alunos, contendo também em cada uma, comentários dos resultados obtidos na pesquisa:

Ao perguntar se os alunos já haviam estudado assuntos relacionados à física em algum momento no Ensino Fundamental, os resultados foram os seguintes, demonstrados na figura 21 a seguir:

Figura 21 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



Fonte: dados da pesquisa

Nota-se que quase 50% se recorda de ter estudado física no ensino fundamental, e quase a mesma quantidade alega que não, pois ainda tem um percentual pequeno que não se lembra de ter estudado algo dessa natureza. Vale ressaltar que no geral a maioria não sabe ao certo que possa ter estudado física nesse período educacional de suas vidas.

As análises desse questionamento mostram que há certa demora para adequar o ensino fundamental aos conhecimentos das ciências da natureza, mas com as propostas de mudanças educacionais apresentadas pela nova BNCC, esse cenário está sendo modificado gradativamente.

Ao perguntar sobre a importância dos estudos da física para sua formação intelectual, os resultados foram os demonstrados na figura 22, a seguir:

Figura 22 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



Fonte: dados da pesquisa

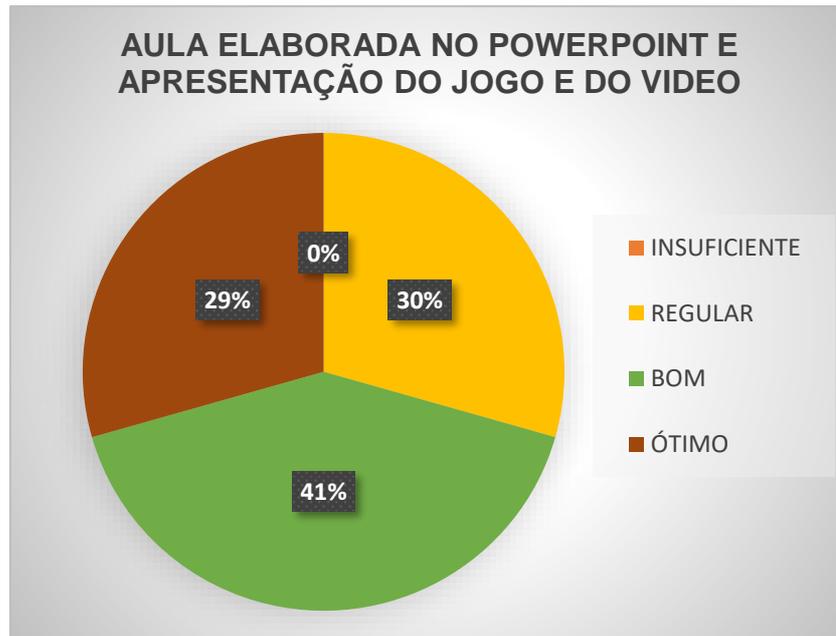
➤ 53% dos alunos acha importante estudar física, considerando que esse conhecimento se faz necessário para sua formação intelectual, conhecendo melhor os aspectos, sociais, culturais e tecnológicos. Conforme o que diz a própria BNCC (2017):

Ao estudar Ciências, as pessoas aprendem a respeito de si mesmas, da diversidade e dos processos de evolução e manutenção da vida, do mundo material – com os seus recursos naturais, suas transformações e fontes de energia –, do nosso planeta no Sistema Solar e no Universo e da aplicação dos conhecimentos científicos nas várias esferas da vida humana. Essas aprendizagens, entre outras, possibilitam que os alunos compreendam, expliquem e intervenham no mundo em que vivem. (BRASIL, p. 325).

➤ 47% consideram não ter tanta importância assim, mesmo admitindo que o conhecimento físico está presente na evolução humana e que, de certa forma, não haveria evolução tecnológica e nem conhecimento amplo do universo sem o desenvolvimento dos saberes científicos voltados para a física. Mesmo tendo esses alunos que consideraram ter pouca importância, não houve nenhum aluno que dissesse que o ensino da física não influenciava em nada na sua vida intelectual.

Quando perguntado sobre o que acharam das aulas diferenciadas, que tiveram o uso de um simulador e também de um jogo, juntamente com as aulas montadas nos slides, os resultados foram os demonstrados na figura 23, a seguir:

Figura 23 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



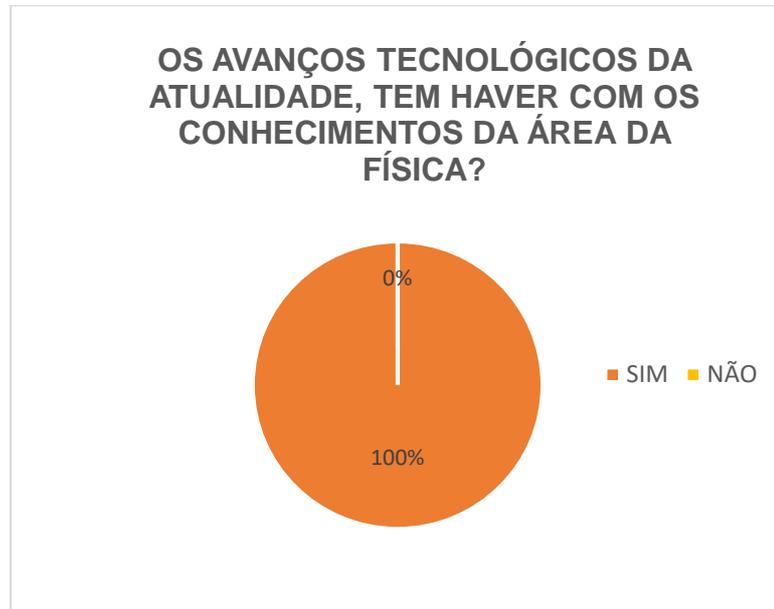
Fonte: dados da pesquisa

➤ Os que acharam bom ou ótimo, somam a maioria com 70% no total, demonstrando, assim, que a aula diferenciada pode despertar o interesse dos alunos, superando o modelo das aulas tradicionais.

➤ Somente 30% considera que os recursos utilizados nas aulas foram regulares e nenhum aluno achou que as aulas fossem insuficientes. Pelos resultados obtidos na pesquisa, prova-se que todos eles acharam interessante.

Ao perguntar o que os avanços tecnológicos na atualidade têm a ver com os conhecimentos adquiridos pela física, os resultados foram unânimes, onde todos concordam que sim. Demonstrações através da figura 24, a seguir:

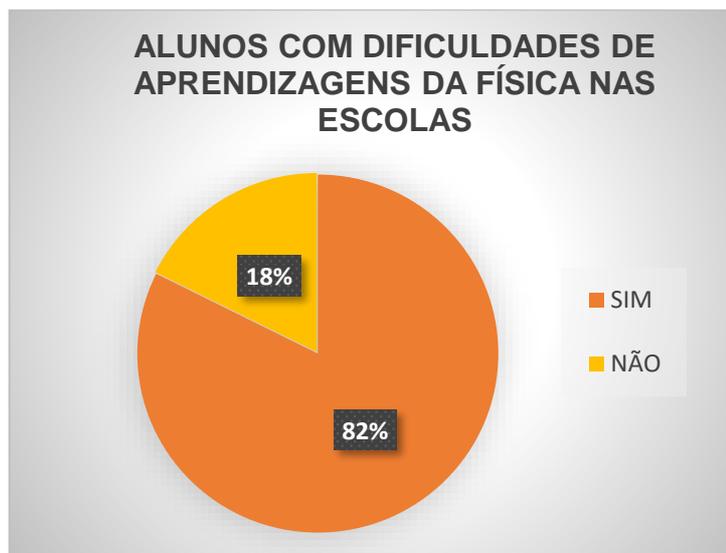
Figura 24 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



Fonte: dados da pesquisa

Ao perguntar sobre as dificuldades enfrentadas por eles para melhor compreender os conceitos físicos no âmbito educacional, a maioria respondeu que sim. Resultados demonstrados na figura 25 a seguir:

Figura 25 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



Fonte: dados da pesquisa

➤ Com 82% dos alunos, ou seja, quase a totalidade deles tem bastante dificuldade em aprender os conteúdos da física. Diante desse cenário, vale destacar

a real situação enfrentada por eles: segundo os relatos de alguns alunos colocado na pesquisa:

- Aluno A: a minha dificuldade é devido à metodologia usada pelo professor em sala de aula, há um certo despreparo do professor para ensinar física;
- Aluno B: aparecem muitos gráficos e cálculos matemáticos que são difíceis de compreender;
- Aluno C: as vezes é muito difícil compreender os conteúdos que o professor passa nas aulas.

Ao perguntar se teve aprendizado no contexto da física, durante o jogo (lançamento oblíquo) e também do simulador (plano inclinado) na finalidade de compreensão do ensino aprendizagem da física nesse cenário audiovisual, os resultados foram os demonstrados na figura 26, a seguir:

Figura 26 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



Fonte: dados da pesquisa

- 59% acharam ótimo, alegando que foi possível assimilar melhor o conteúdo proposto no desenvolvimento do projeto;
- 6% responderam que não prestaram atenção direito;

➤ 35% responderam que as aulas foram boas, e que poderia haver mais aulas desse tipo durante o ano letivo.

Quando perguntado se eles tiveram aulas diferenciadas que não fossem somente a exposição de conteúdos em sala de aula, a maioria afirmou que não, conforme resultados demonstrados na figura 27, a seguir:

Figura 27 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



Fonte: dados da pesquisa

➤ 12 % responderam que tiveram aulas onde puderam pesquisar no celular os assuntos abordados pelo professor e 18%, tiveram aula de física no laboratório de informática. Segundo eles, nunca tiveram aulas de física no laboratório de ciências, mesmo sabendo que existe um laboratório dessa natureza, equipado na própria escola;

➤ E como não é supressa o que ocorre na maioria das pesquisas sobre o assunto nas escolas públicas do país, 70% dos alunos pesquisados afirmaram que só tiveram aulas expositivas de física.

Quando perguntado, ao destacar-se as grandezas físicas na resolução de problemas usando fórmulas matemáticas, se ajuda ou atrapalha para resolver esses

problemas, a maioria afirmou que ajuda, conforme resultados demonstrados na figura 28:

Figura 28 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



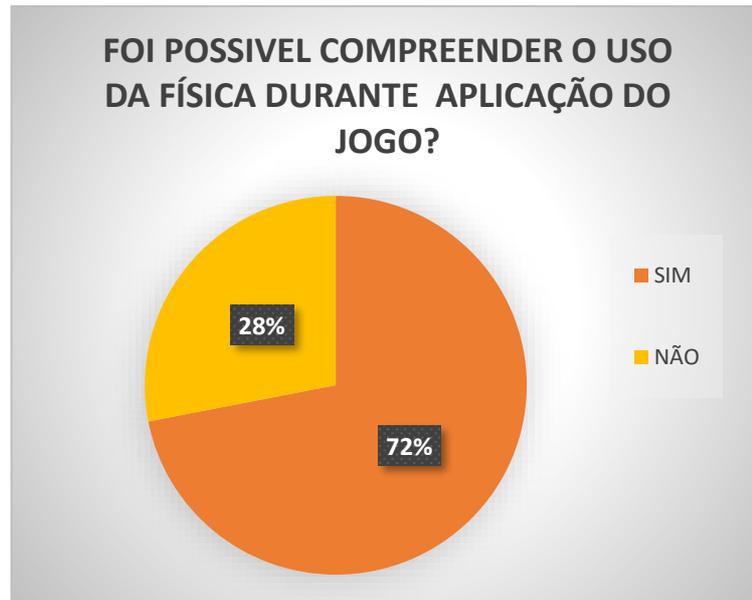
Fonte: dados da pesquisa

Nesse cenário, a maioria afirma que destacando as grandezas antes de solucionar o problema ajuda na hora de equacioná-los.

O objetivo desse questionamento deverá servir para que seja utilizado com mais frequência em sala de aula. Estudos provam que uma das dificuldades do aprendiz desenvolver as competências e as habilidades na área das ciências da natureza, suas tecnologias, e matemáticas e suas tecnologias, estão vinculadas à leitura e interpretações de textos, ou seja, em compreender os enunciados explícitos nos problemas a serem desenvolvidos, com a intenção de resolvê-los com mais felicidade.

Ao ser perguntado sobre a compreensão da física na proposta deixada pelo desenvolvimento do jogo, os resultados foram os demonstrados na figura 29:

Figura 29 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



Fonte: dados da pesquisa

➤ A ampla maioria (72%), disse que foi realmente possível verificar os conceitos físicos aplicados no desenvolvimento do jogo. Somente 28% acha que não.

Ao ser perguntado em quantas tentativas eles conseguiram realizar o jogo nas três fases, obteve-se os resultados demonstrados na figura 30:

Figura 30 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02

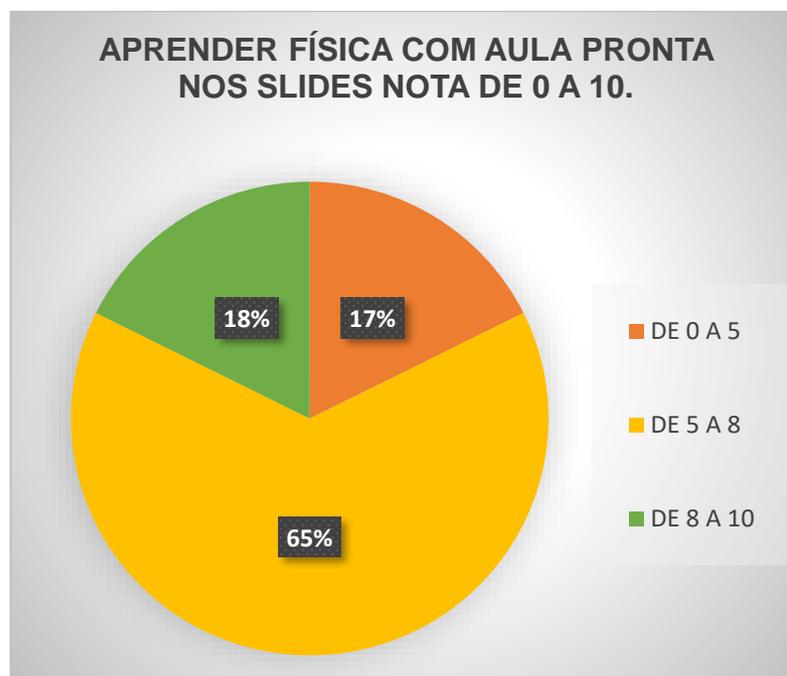


Fonte: dados da pesquisa

- Com as atividades desenvolvidas em pouco espaço de tempo e também o uso reduzido dos computadores, a maioria dos alunos não conseguiu concluir o jogo;
- Somente 30% dos alunos conseguiu finalizar, sendo que 18% conseguiu nas primeiras 5 tentativas e os outros 12%, após realizar mais de 10 tentativas.

Quando foi para avaliar a metodologia das aulas montadas nos slides, os alunos deram notas de 0 a 10, como sugerido no questionário. Os resultados foram os demonstrados na figura 31, a seguir:

Figura 31 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



Fonte: dados da pesquisa

Para atender à perspectiva do projeto, esse resultado ficou dentro do esperado, 65% acharam regular, 18% bom ou ótimo e 17% não gostaram suficientemente das aulas apresentada nos slides.

Quando perguntado se tiveram aulas de físicas em outros locais dentro ou fora da escola, os resultados foram os demonstrados na figura 32:

Figura 32 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02

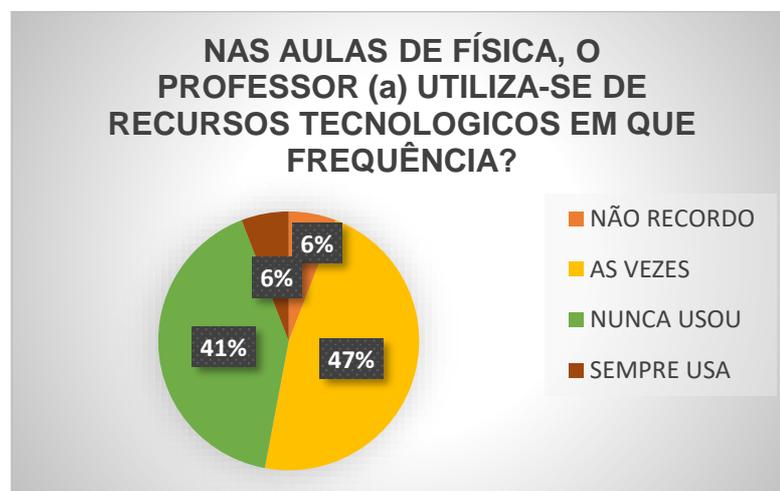


Fonte: dados da pesquisa

41% dos alunos teve aula de física somente em sala de aula, porém, 46% dos alunos alega que já teve aulas em outros espaços. Ainda, 6% dos alunos disse que sempre teve aula em outros locais e 7% não recorda.

Ao ser perguntado se o professor faz uso de recursos tecnológicos em suas aulas, obteve-se os resultados demonstrados na figura 33, a seguir.

Figura 33 – Figura relacionada a pesquisa realizada com os alunos da turma M1TR02



Fonte: dados da pesquisa

➤ 47% dos alunos acha que sim e, próximo dessa quantidade, 41% acha que não. Somente 6% tem certeza que esses recursos são usados durante as aulas e ainda 6% dos alunos não recorda de aulas dessa natureza.

Mediante aos resultados obtidos, no quesito “as vezes” e “nunca usou” tecnologias em sala aula, percebe-se que essa metodologia de ensino ainda é superficial, ou seja, o uso dos meios tecnológicos não é utilizado com frequência em sala de aula. Podemos perceber que os professores ainda preferem os métodos tradicionais de ensino, tais como: aulas expositivas, livros didáticos e exercícios de fixação.

Como a iniciação científica e tecnológica na vida dos alunos, fica evidente que lhe são apresentadas cada vez mais tardias. A tendência é que as dificuldades de compreensão de um determinado assunto se intensifiquem, principalmente para os alunos que iniciam o ensino médio, haja vista que esses alunos tiveram poucas aulas de física no ensino fundamental e, quando ingressam ao Ensino Médio, deparam-se com enormes quantidades de conteúdos, em cada série, para serem estudados em um curto espaço de tempo.

Segundo Delizoicov (2001, p.8-9), a iniciação científica na vida dos alunos, nas series iniciais do ensino fundamental:

É um processo pelo qual a linguagem das ciências naturais adquire significados, constituindo-se de um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, sua cultura, como cidadão inserido na sociedade (DELIZOICOV, p.8)

Quanto mais cedo o aluno tiver contato com a metodologia científica e tecnológica, mais preparado estará para desenvolver suas habilidades dentro das ciências das naturezas, nas séries seguintes de seus estudos sistematizados.

5. PRODUTO EDUCACIONAL: VÍDEO E JOGO NO SIMULADOR BLENDER COMO SUPORTE EDUCACIONAL

5.1. Introdução do produto educacional

Com o intuito de tornar as aulas de física mais atraentes e diversificadas, para melhorar ainda mais a prática educacional dos professores e o ensino aprendizagem dos alunos que fazem parte da educação básica, pensou-se na criação de uma metodologia educacional envolvendo grandezas físicas. Com a intenção de mostrar a eficácia do desenvolvimento educacional, foram demonstrados dois temas distintos, ambos com a mesma finalidade da prática pedagógica. São duas aulas prontas, montadas no *PowerPoint*, elaboradas para a apresentações de slides em sala de aula. O primeiro assunto aplicará o tema “plano inclinado com atrito” e no segundo será desenvolvido o assunto com o tema “lançamento oblíquo”, além disso, terá a apresentação de um vídeo renderizado pelo *Blender*, mostrando os movimentos de blocos com diferenciação do coeficiente de atrito em cada um e para o segundo tema, haverá um jogo que, conforme a inclinação angular do canhão, o jogador possa acertar o alvo em destaque.

Durante as aulas será apresentada uma animação visual que foi criada na plataforma do *Blender* e anexada nos *Slides*. Na ocasião, terá o conteúdo proposto passo a passo. O segundo assunto demonstra a aplicação do lançamento oblíquo, também elaborada no *PowerPoint*, com a apresentação inicial de um jogo em 3D que também foi montado na plataforma *Blender*. Além disso, cada slide terá situações-problema resolvidas passo a passo com suas respectivas equações claramente demonstradas. Para cada assunto em questão, serão destacadas as grandezas físicas apropriadas. Ainda, cada aula a ser aplicada terá como objetivo desenvolver as competências e habilidades dos alunos para que possam, em sua vida acadêmica, aprender a equacionar os problemas na área das ciências naturais.

Os materiais que foram elaborados para essas duas aulas (slides, vídeo e jogo) estarão disponíveis no *Google Drive*, nos seguintes endereços eletrônicos: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1HbQ_x_vp_RN-uAERdUPd3DgWxcWRQunx e https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1QQ_7jtagwt-TSIQpIIEZoNq_YibqxaGv.

5.2. Cronograma

A Tabela 7 apresenta o cronograma geral das atividades realizadas e a quantidade de aulas que serão ministradas.

TABELA 7- Cronograma geral

| ATIVIDADES | OUTUBRO DE (2019) | NOVEMBRO DE (2019) |
|--|-------------------|--------------------|
| Apresentação das atividades a serem desenvolvidas na escola | X | |
| Aulas experimentais (Plano inclinado, lançamento oblíquo) | X | |
| Culminância das atividades | | X |
| QUANTIDADE DE AULAS PROPOSTAS | | |
| Plano inclinado | 6 aulas | 2 aulas |
| Lançamento oblíquo | 6 aulas | 2 aulas |

Fonte: autor

A tabela 8 apresenta cada semana dos respectivos meses para a exposição das aulas e a culminância das atividades propostas no projeto.

TABELA 8 - Atividades desenvolvidas semanalmente

| OUTUBRO (2019) | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | SEMANA (3h/a) | SEMANA (3h/a) | SEMANA (3h/a) | SEMANA (3h/a) |
| Aula sobre plano inclinado SALA: (M1TR02) | X | X | | |
| Aula sobre lançamento oblíquo SALA: (M1TR02) | | | X | X |
| Atividades complementares com exercícios de fixação | | X | | X |

| NOVEMBRO (2019) | 1 ^a SEMANA (2h/a) | 2 ^a SEMANA (2h/a) | | |
|--|------------------------------------|------------------------------------|--|--|
| Culminância das atividades realizadas-plano inclinado | X | | | |
| Culminância das atividades realizadas-lançamento obliquo | | X | | |

Fonte: autor

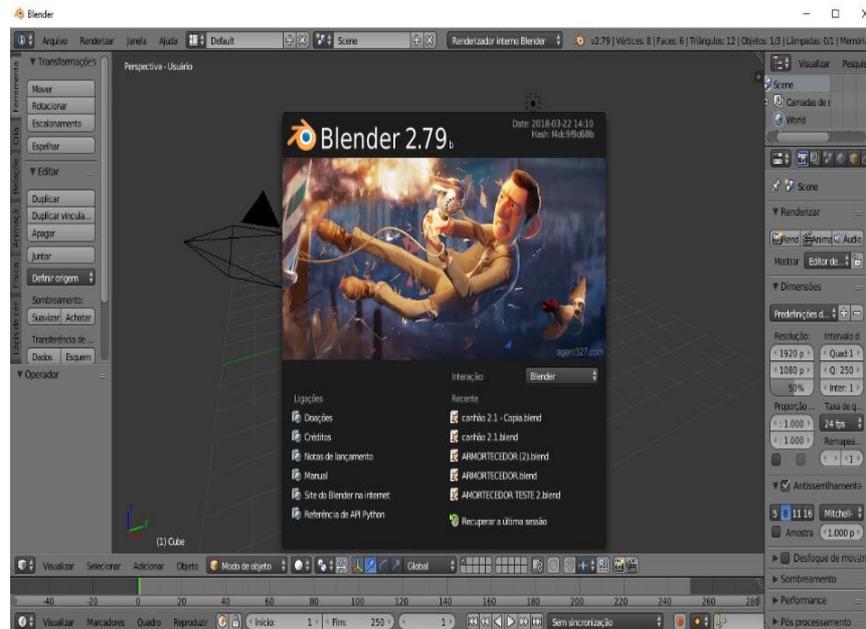
5.3. O aplicativo Blender

O *Blender* é um sofisticado programa de multimídia que permite modelagens e animações em 3D, além disso, se pode criar vídeos digitais, jogos e muito mais. É o programa livre e gratuito de modelagem e animação mais popular do mercado, funciona com sistemas operacionais Linux, Windows, MacOs, Solares, FreeBSD e Irix (TECHTUDO, 2014).

É um verdadeiro atributo para quem gosta de usar a imaginação e a criatividade na hora de montar as animações na forma de vídeo ou de jogos. Uma das vantagens do aplicativo, é que o usuário pode utilizar a ferramenta “física” (para aplicar efeitos físicos no seu trabalho quando achar necessário).

A Figura 34 apresenta a imagem do aplicativo *Blender*.

Figura 34 – Imagem da tela inicial do aplicativo *Blender*.



Fonte: autor

O aplicativo *Blender* poderá ser mais uma ferramenta de apoio pedagógico para os professores utilizarem nas aulas de Física, assim, com suas múltiplas funções, o professor das ciências naturais poderá manipular suas aulas de forma simples e prática. Vale ressaltar, ainda, que usando o aplicativo os professores estarão fazendo uso da tecnologia dentro do processo educacional.

Nesse trabalho foram realizadas algumas demonstrações de como é possível usar essa ferramenta para o uso educacional. É nesse sentido que foram elaborados dois projetos para serem usados como metodologia educacional, tais como uma animação renderizado representando o plano inclinado com atrito e um jogo editado, representando o lançamento oblíquo.

5.4. Utilizando o aplicativo *Blender* nas aulas de dinâmica: plano inclinado

5.4.1. Metodologia para aula sobre plano inclinado

Com o uso de um *Datashow* foi apresentado aos alunos da primeira série do Ensino Médio, uma aula montada através de slides contendo o resumo do assunto a ser trabalhado, dentro dessa aula, será apresentado um vídeo de animação com os efeitos da física. Haja vista que os slides apresentados terão totais condições para

que a aula seja diferente daquelas que os alunos estão acostumados no seu dia-a-dia.

O diferencial dessa aula é que deverá conter um breve histórico do assunto trabalhado, parte conceitual, situações-problema e, além disso, uma animação que foi criada pelo aplicativo *Blender*, mostrando onde e como a física será aplicada.

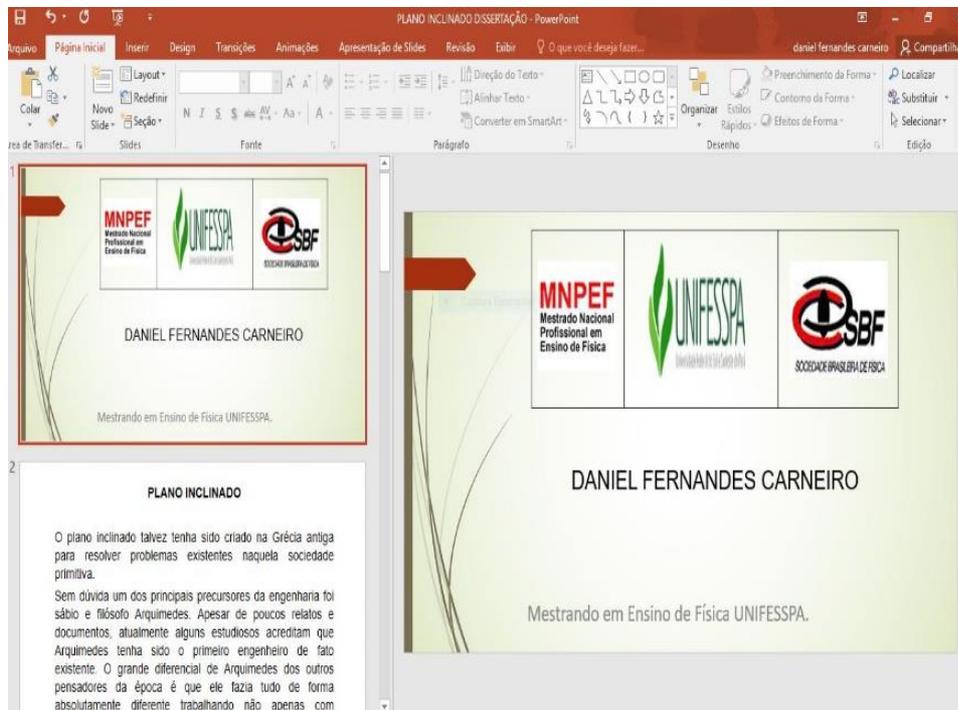
No decorrer da apresentação da aula, os alunos observarão, através do vídeo, os processos físicos ocorrentes aos deslocamentos dos objetos deslizando na plataforma inclinada. Sendo que serão três plataformas em que cada uma delas, e haverá um objeto deslizando sob a ação do coeficiente de atrito com valores distintos. Nessa ocasião, o aluno perceberá que aumentando o valor do coeficiente de atrito, menor será a velocidade adquirida pelo objeto. Também será possível visualizar as componentes vetoriais envolvidas no plano inclinado.

5.4.2. Modelo da aula 1 com os slides e animação (vídeo) - plano inclinado

As imagens a seguir configuram o modelo dos slides que servirão de suporte para as aulas do plano inclinado, contendo o conteúdo programático em si, com definições, conceitos, exemplos e situações-problema. Ainda contará com as imagens de um vídeo em execução e também durante o processo de elaboração do mesmo no simulador *Blender*.

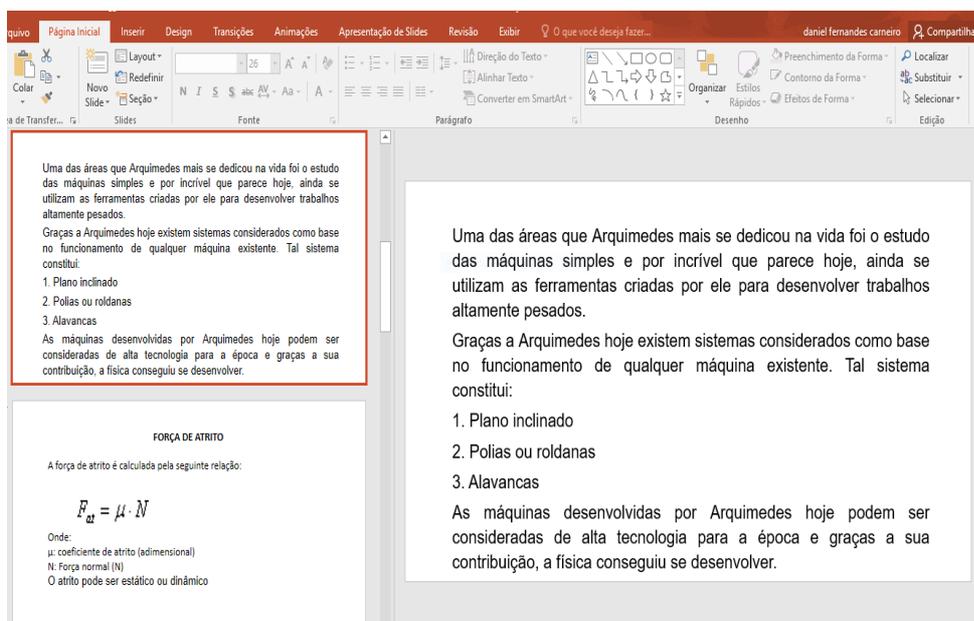
Da figura 35 a 39, apresenta-se as imagens da aula que foi montada no *PowerPont*, com sequência de slides atribuídos a essa aula.

Figura 35 – Imagem do slide da aula 1 (introdução)



Fonte: autor

Figura 36 – Imagem do slide da aula 1 (conceito)



Fonte: autor

Figura 37 – Imagem do slide da aula 1 (vídeo do plano inclinado, criado no aplicativo Blender)



Fonte: autor

Figura 38 – Imagem do slide da aula 1 (situação – problema com resolução do mesmo)

ESQUEMA:

RESOLUÇÃO

- Ângulo de inclinação:

$$\text{sen } \theta = \frac{30}{60} \quad \text{sen } \theta = \frac{1}{2} \quad \theta = 30^\circ$$
- As componentes P_x e P_y ($P = m \cdot g$)

$$\begin{array}{l|l|l} P_x = P \cdot \text{sen } \theta & P_y = P \cdot \text{cos } \theta & N = P_y \\ P_x = 80 \cdot 10 \cdot 0,5 & P_y = 80 \cdot 10 \cdot 0,8 & N = 640 \text{ N} \\ P_x = 400\text{N} & P_y = 640\text{N} & \end{array}$$
- Força de atrito F_{at}

$$F_{at} = \mu \cdot N \quad F_{at} = 0,4 \cdot 640 \quad F_{at} = 256\text{N}$$

Fonte: autor

Figura 39 – Imagem do slide da aula 1 (continuação da resolução do problema)

• Aceleração e a velocidade

$$P_x - F_{at} = m \cdot \alpha$$

$$400 - 256 = 80 \alpha$$

$$144 = 80 \alpha$$

$$\alpha = 1,8 \text{ m/s}^2$$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2$$

$$60 = 0 + 0 \cdot t + \frac{1,8}{2} t^2$$

$$60 = 0,9 t^2$$

$$t^2 \cong 66,7$$

$$t \cong \sqrt{66,7}$$

$$t \cong 8,1 \text{ s}$$

$$v = v_0 + \alpha t$$

$$v = 0 + 1,8 \cdot 8,1$$

$$v = 14,58 \text{ m/s} \times 3,6$$

$$\text{ou } \cong 52,5 \text{ km/h}$$

REFERÊNCIAS

SCARPELLINI, ANDREA T. Manual compacto de física: ensino médio / Carmelina Scarpellini, Vinícius Barbosa Andreatta. 1. ed. - São Paulo: Rideel, 2012.

Disponível em: < www.google.com/search?q=PLANO+INCLINADO > acesso em 23/05/2019.

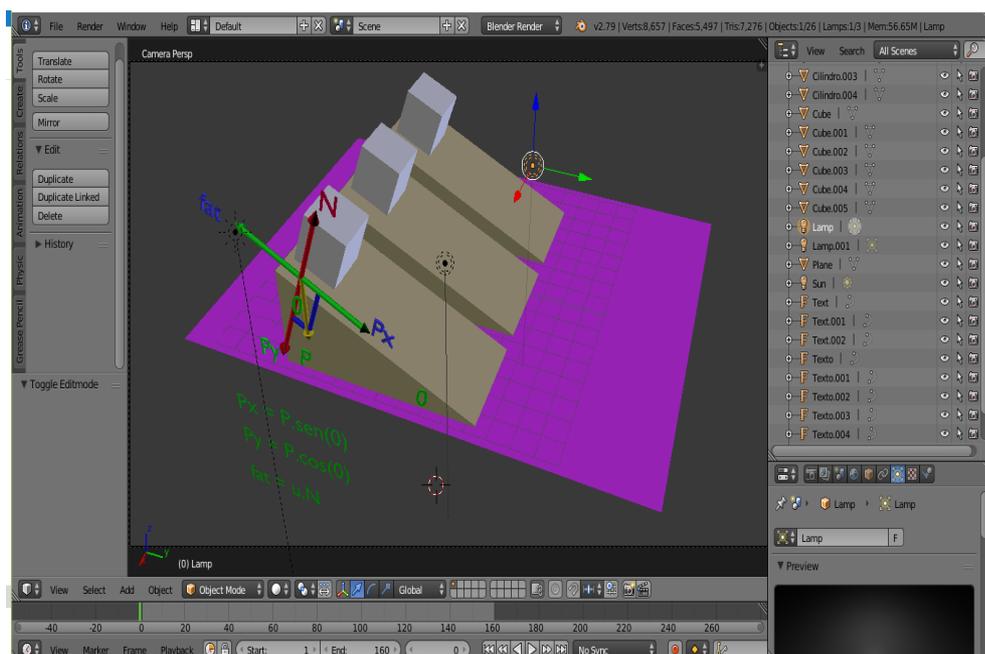
Disponível em: < www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica > Acesso em 30/05/2019;

Disponível em: < www.coladaweb.com/fisica/mecanica/plano > acesso em 30/05/2019

Fonte: autor

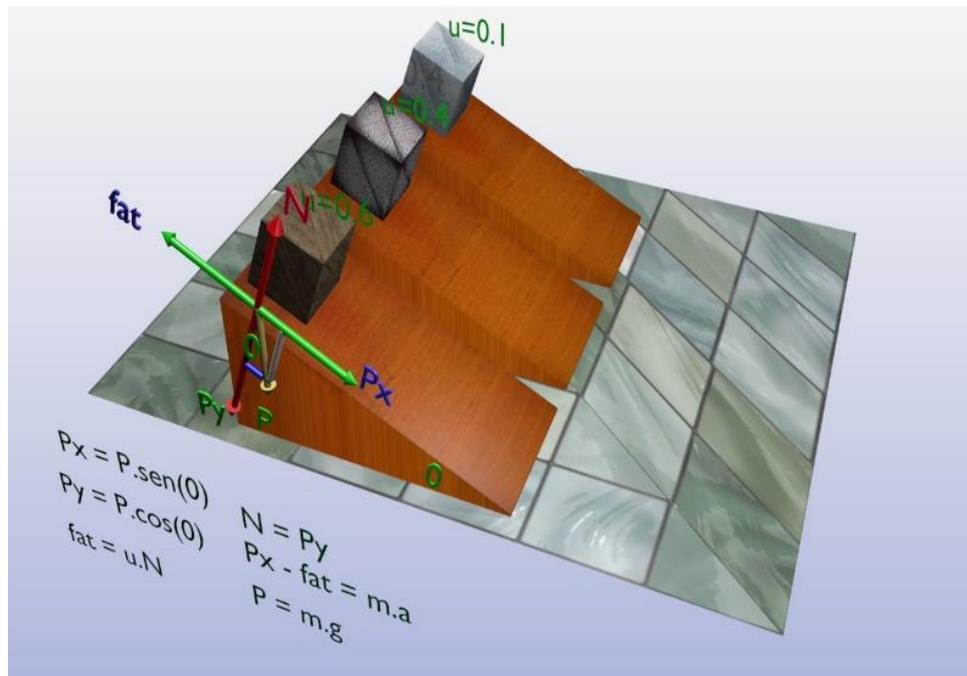
As Figuras 40 a 42 apresentam o aplicativo *Blender* durante o processo de criação do vídeo, fazendo a modelagem das figuras e fórmulas e dos efeitos físicos que foram aplicados para dar melhor efeito, com certo realismo, na execução do vídeo após finalizado.

Figura 40 – Imagem do plano inclinado finalizado no aplicativo *Blender*.



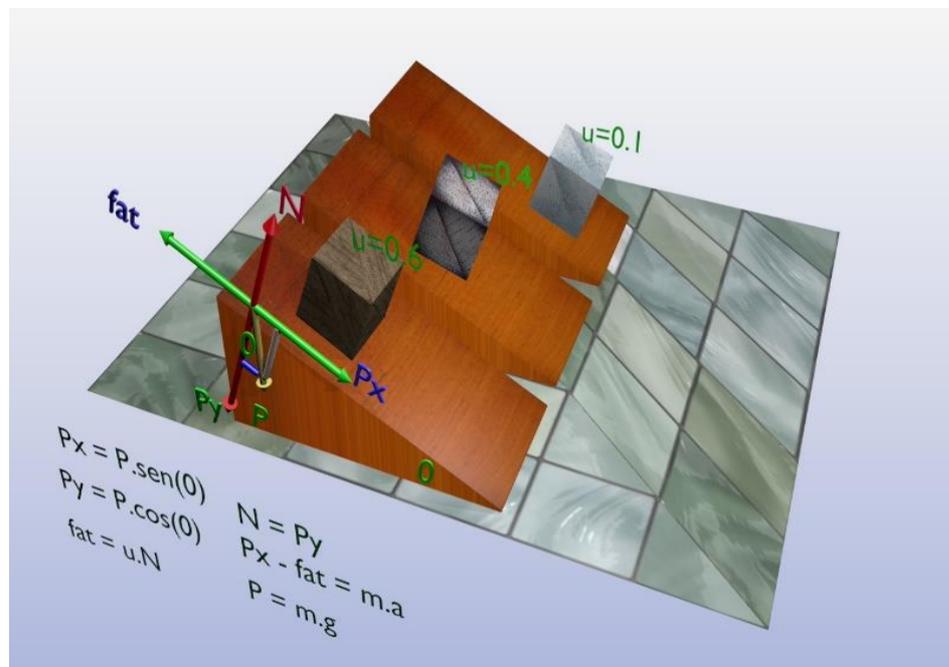
Fonte: autor

Figura 41 – Imagem do plano inclinado no formato de vídeo



Fonte: autor

Figura 42 – Imagem do plano inclinado em execução

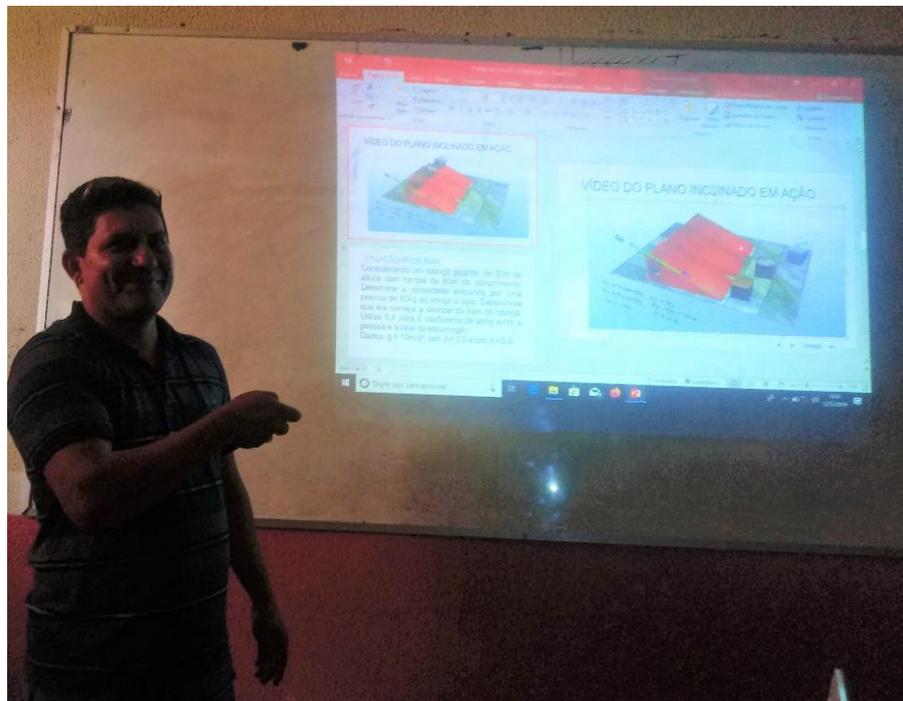


Fonte: autor

5.4.3. Análise comentada sobre as aulas do plano inclinado

As aulas sobre o plano inclinado foram aplicadas inicialmente no *Datashow*, com a exposição dos slides contendo uma aula pronta e a exibição de um vídeo renderizado anteriormente no aplicativo *Blender*. O objetivo dessa aula, além de ensinar os conceitos, foi também perceber a aplicação da física nesse tipo de movimento, através do vídeo, pois é através dele que o aluno deverá perceber claramente a importância do atrito em questão. A Figura 43 apresenta a aula sobre o plano inclinado, durante a exposição da mesma em sala de aula para os alunos participantes.

Figura 43 – Apresentação da aula sobre o plano inclinado



Fonte: autor

Durante essa aula, ficou evidente que os alunos prestaram mais atenção, puderam participar oralmente, dando-lhe suas opiniões sobre os assuntos estudados, além disso, demonstraram interesse em aprender como realmente os movimentos acontecem na prática.

Após a exibição do vídeo, os alunos perceberam a importância do coeficiente de atrito e como os atritos contribuem para provocar cada movimento, adquirindo-se certa velocidade conforme seu valor correspondente. Após essa compreensão, as aplicações das fórmulas foram só mais uma complementação das

atividades propostas, até porque os alunos já estavam completamente envolvidos no contexto, assim, eles não tiveram dificuldades na hora de resolver as situações-problema que foram repassadas a eles.

Ao término da aula expositiva, os alunos foram submetidos à resolução de uma atividade complementar com problemas voltados para o seu cotidiano, com o acompanhamento do professor titular e também do professor aplicador.

5.5. Utilizando o aplicativo *Blender* nas aulas de cinemática: lançamento oblíquo

5.5.1. Metodologia para aula 2, sobre lançamento oblíquo

Com o uso de um *Datashow*, o professor irá apresentar aos seus alunos um jogo que tem como finalidade mostrar a trajetória da bola de um canhão, que através do ângulo de inclinação deverá acertar o alvo estipulado pelo jogo. Depois dessa parte lúdica, o professor deve aplicar uma aula expositiva, apresentando slides montados com assuntos dentro do tema “lançamento oblíquo”.

Após a explanação sobre essa aula, os alunos irão para a sala de informática na própria escola, onde já estão instalados o jogo nos computadores disponíveis. Lá o professor deverá formar grupos de alunos que contemplam todos eles na realização do jogo. Cada aluno terá uma tentativa para jogar, passando a vez para o próximo até que todos possam ter jogado. Assim, farão um formato de rodízio até encerrar o tempo estabelecido para essa atividade.

Ao retornarem à sala de aula, cada aluno participante resolverá uma lista de exercícios sobre o assunto estudado. Ainda, no final de todas as atividades propostas no projeto, os alunos responderão um questionário visando a metodologia adotada pelo professor em sala de aula e o ensino da física na educação básica. Esse questionário terá como objetivo observar o ensino, na perspectiva dos alunos entrevistados.

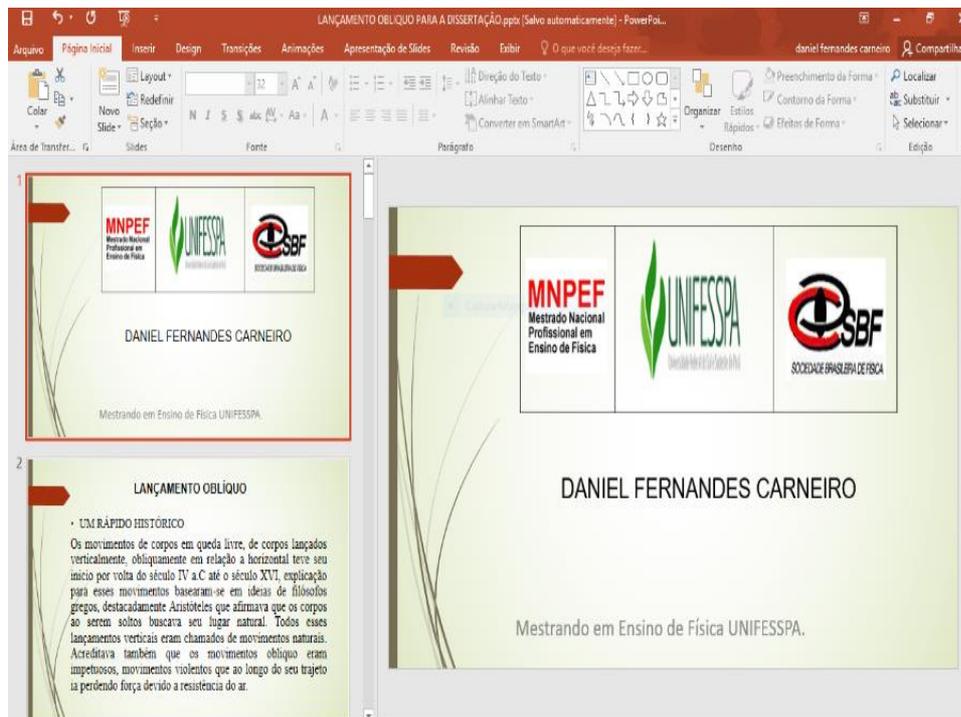
Após concretizar cada atividade do projeto, cabe ao professor avaliar a participação dos alunos por meio de exercícios de aprendizagem, no interesse dos alunos, nos exercícios, no entusiasmo, na participação, na assiduidade e naquilo que o professor julgar necessário.

5.5.2. Modelo da aula com os slides e simulador (jogo) – lançamento oblíquo

As imagens a seguir configuram o modelo dos slides que servirão de suporte para as aulas de cinemática vetorial, contendo o conteúdo programático em si, com definições, conceitos, exemplos e situações-problema. Ainda contarão com as imagens do jogo em exposição, execução e também durante o processo de elaboração no simulador *Blender*.

As Figuras 44 a 49 apresentam a aula montada no *Powerpoint*, com a sequência de slides relacionados a essa aula.

Figura 44 – apresentação inicial do slide da aula 2



Fonte: autor

Figura 45 – Imagem do slide da aula 2 (conceitos exemplificados)

Desprezando a resistência do ar, o corpo descreve uma trajetória parabólica devido a atração da terra;

Decompomos o movimento em dois: um na direção horizontal x (MU) e outro na direção vertical y (MUV) de aceleração da gravidade (-g).

EQUAÇÃO MATEMÁTICA PARA O LANÇAMENTO OBLÍQUO

Trajetória parabólica

Fonte: autor

Figura 46 – Imagem do slide da aula 2 (conceitos exemplificados continuação da figura 45)

É nesse período que tivemos o início das grandes navegações e o desenvolvimento da indústria da guerra, onde balas de pedras foram substituídas por balas de ferro ou cobre, canhões também foram fabricados.

Galileu desenvolveu a teoria da trajetória parabólica de uma bala; Torricelli, Newton, Bernoulli e Euler ocuparam-se da investigação do voo de uma bala através do ar, estudando a resistência do ar e a causa do seu destino. Por mais que Galileu fizesse suas demonstrações matemáticas sobre o assunto, coube a Isaac Newton fundamentar leis que fornecessem método geral para a solução da maior parte dos problemas da mecânica.

Movimento oblíquo segundo Aristóteles

Somente depois de muitos anos que as percepções de Aristóteles puderam ser mais precisas, destacando o conceito de queda livre demonstrado por Galileu Galilei (1564 – 1642).

Fonte: autor

Figura 47 – Apresentação das fórmulas para o lançamento oblíquo. (Slide aula 2)

LANÇAMENTO OBLÍQUO PARA A DISSERTAÇÃO pptx [Salvo automaticamente] - PowerPoint

funcões de Transfer... Slides Fonte Parágrafo Desenho Edição

Album de fotografias

IMAGEM DO JOGO EM EXECUÇÃO

FUNÇÕES HORÁRIAS

SEGUNDO X SEGUNDO Y

$$S = S_0 + vt$$

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{g}{2} t^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$x = x_0 + V_{0x} t$$

$$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{g}{2} t^2$$

$$v_x = V_{0x} + gt$$

- No ponto de altura máxima (h_{\max}) o módulo da velocidade no movimento vertical é $v_y = 0$;
- No alcance máximo (x_{\max}), temos $y = 0$.
- Em um certo instante a posição do corpo é dada por $P(x_i, y_i)$;
- A velocidade num dado instante e dado por: $\vec{v} = \vec{V}_{0x} + \vec{v}_y$.

Fonte: autor

Figura 48 – Imagem do slide da aula 2 (Situação-problema 1).

LANÇAMENTO OBLÍQUO PARA A DISSERTAÇÃO pptx [Salvo automaticamente] - PowerPoint

funcões de Transfer... Slides Fonte Parágrafo Desenho Edição

RESOLUÇÃO:

$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha$$

$$V_{0x} = V_0 \cos 45^\circ$$

$$V_{0y} = V_0 \sin 45^\circ$$

$$V_{0x} = 30,0,7$$

$$V_{0y} = 30,0,7$$

$$V_{0x} = 21 \text{ m/s}$$

$$V_{0y} = 21 \text{ m/s}$$

FUNÇÕES HORÁRIAS

$$x = x_0 + V_{0x} t$$

$$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{g}{2} t^2$$

$$x = 0 + 21t$$

$$y = 0 + 21t + \frac{(-10)}{2} t^2$$

$$x = 21t$$

$$y = 21t - 5t^2$$

SITUAÇÕES-PROBLEMA

1. Uma bola de futebol de campo é lançada do solo para cima segundo um ângulo de 45° em relação ao campo, com velocidade inicial de 108 km/h , adotando $g=10 \text{ m/s}^2$ e $\sin 45^\circ = 0,7$ e $\cos 45^\circ = 0,7$. calcule o tempo gasto e o alcance da bola ao tocar o campo.

DADOS

$$\alpha = 45^\circ$$

$$v_0 = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} : 3,6 = 30 \text{ m/s}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\sin 45^\circ = 0,7 \text{ e } \cos 45^\circ = 0,7$$

$$t = ?$$

$$s_x = ?$$

NO CAMPO Y = 0

$$y = 21t - 5t^2$$

$$0 = 21t - 5t^2$$

$$t(21 - 5t) = 0$$

$$t_1 = 0 \text{ e } 21 - 5t_2 = 0 \quad (-1)$$

$$5t_2 = 21$$

$$t_2 = \frac{21}{5}$$

$$t_2 = 4,2 \text{ s}$$

ALCANCE DA BOLA (campo)

$$x = 21t$$

$$x = 21 \cdot 4,2$$

$$x = 88,2 \text{ m}$$

Fonte: autor

Figura 49 – Imagem do slide da aula 2. (Situação-problema 2)

Fonte: autor

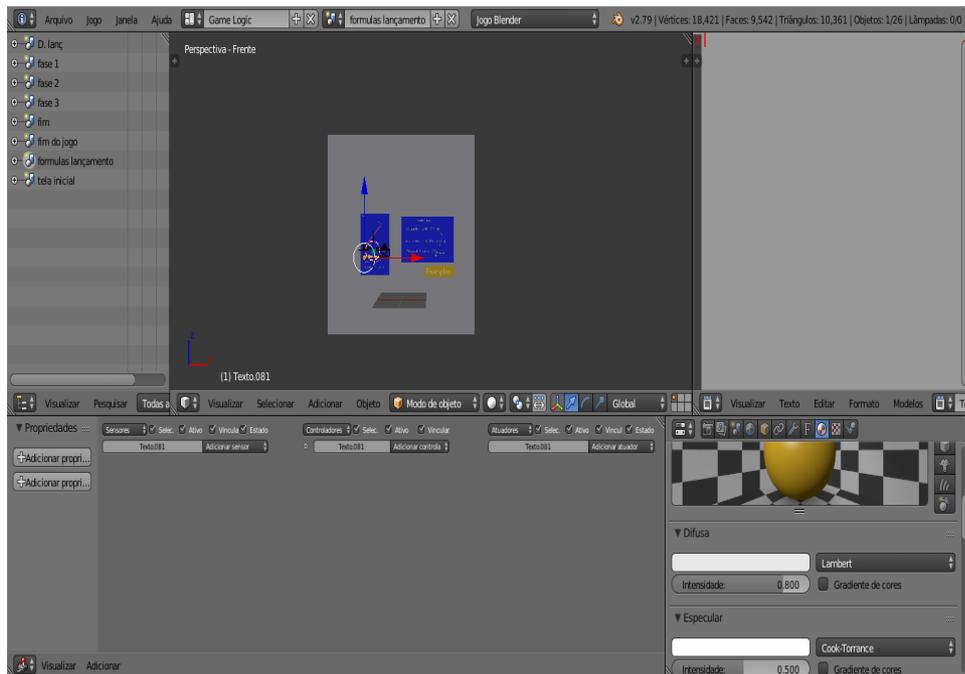
As figuras 50 a 54 apresentam a montagem do jogo no aplicativo *Blender*, em algumas etapas na elaboração do mesmo e na figura 55, o jogo sendo executado em sua fase final.

Figura 50 – tela inicial do jogo (lançamento obliquo) finalizada no aplicativo Blender



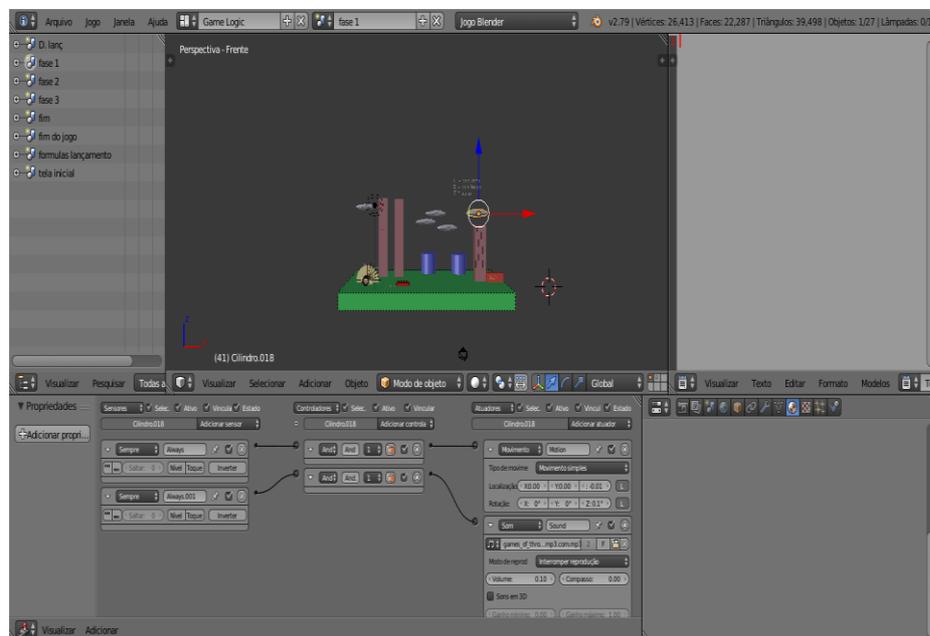
Fonte: autor

Figura 51 – Fórmulas do jogo (lançamento oblíquo) finalizado no aplicativo Blender



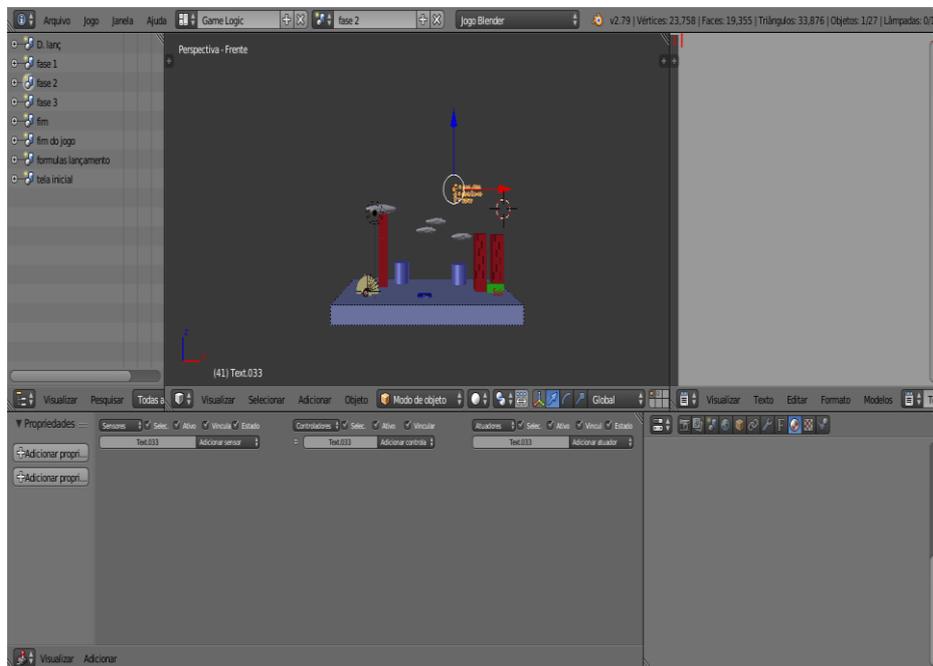
Fonte: autor

Figura 52 – Cena 1 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender



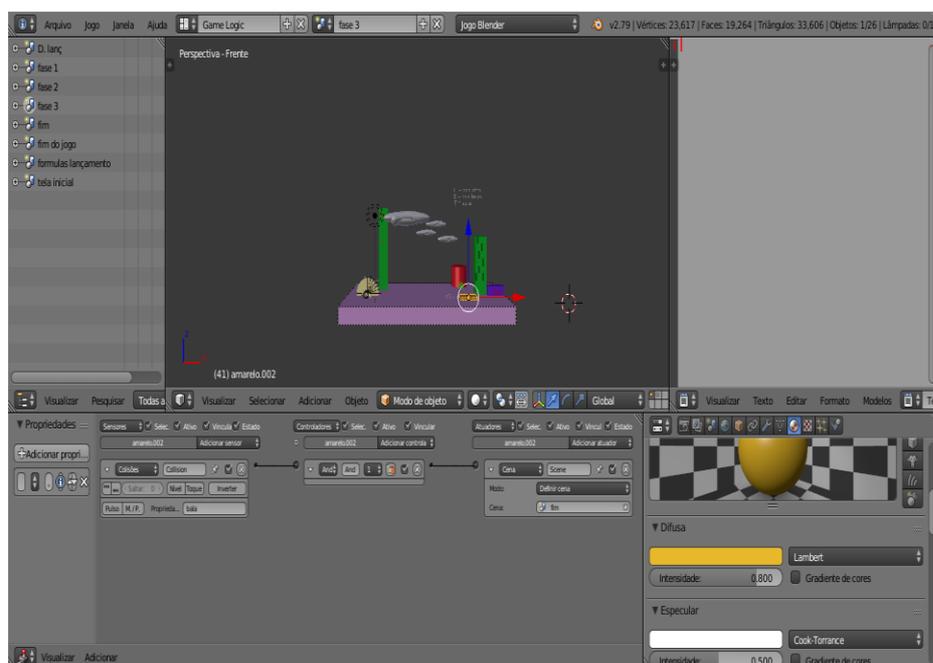
Fonte: autor

Figura 53 – Cena 2 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender



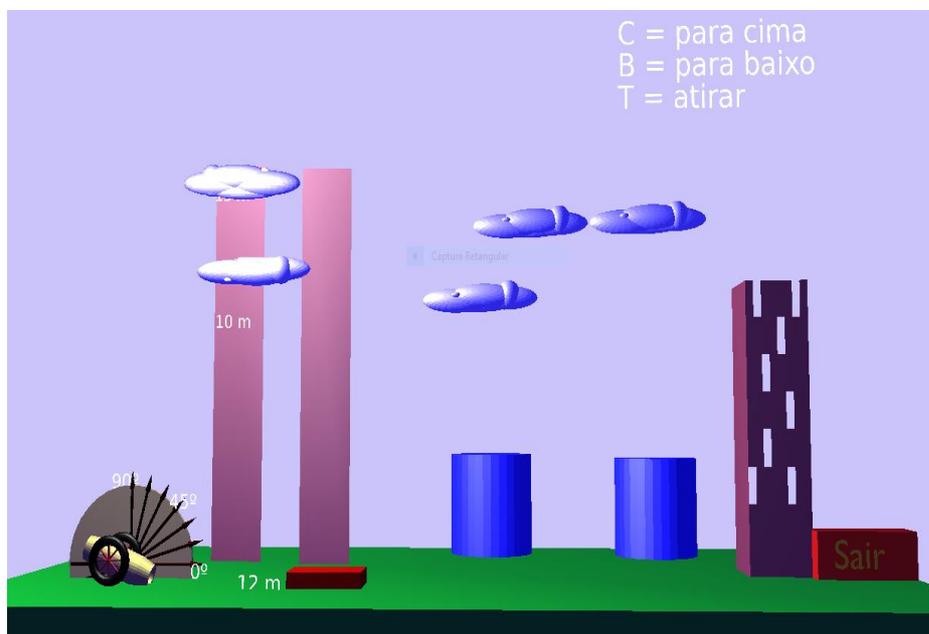
Fonte: autor

Figura 54 – Cena 3 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender



Fonte: autor

Figura 55 – Imagem do jogo sendo executado na fase 1



Fonte: autor

5.5.3. Análise comentada sobre as aulas do lançamento oblíquo

As aulas sobre o lançamento oblíquo foram aplicadas inicialmente com a exposição do jogo “lançamento oblíquo” e com a divulgação oral pelo professor sobre a importância da aula que seria administrada durante o projeto. Nesse primeiro momento, foram selecionados alguns alunos para manusear o computador e fazer uso do jogo. Ao mesmo tempo, as imagens do jogo estavam sendo projetadas pelo *Datashow*. Assim, os demais alunos puderam acompanhar o passo a passo de cada fase do jogo. Como está representado nas figuras 56 a 58.

Figura 56 – Apresentação da aula sobre o lançamento oblíquo



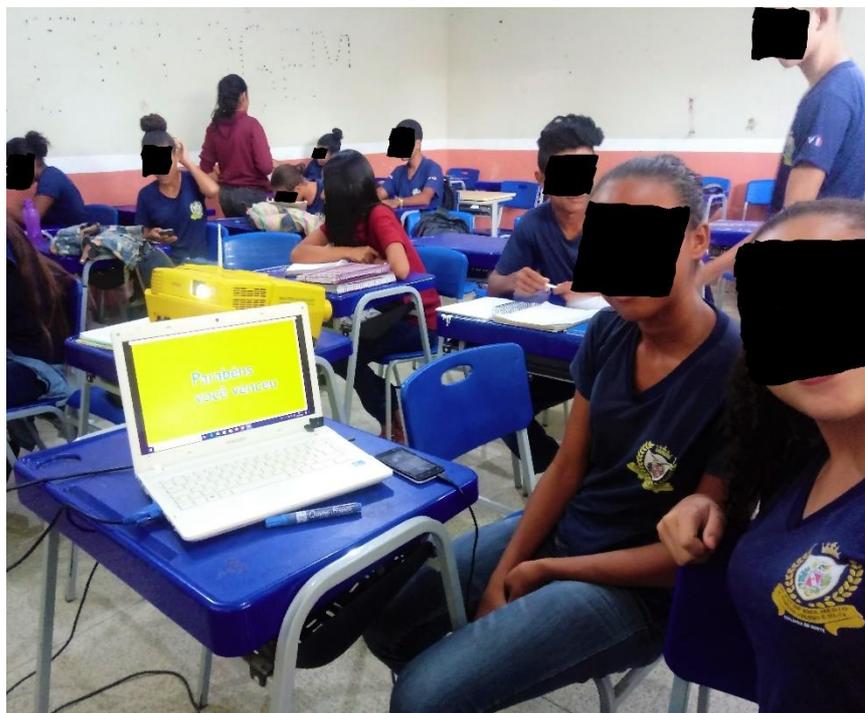
Fonte: autor

Figura 57 – Alunos da turma M1TR02 executando o jogo



Fonte: autor

Figura 58 – Alunos da turma M1TR02 ao finalizarem o jogo



Fonte: autor

Após finalizar essa etapa, o professor deu continuidade ao projeto, expondo os slides que contém o conteúdo, com suas definições, conceitos e situações-problema, mais algumas atividades complementares do livro didático do próprio aluno. Assim, dando sequência no cronograma, continuou-se com as atividades do projeto na semana seguinte.

Antes de finalizar o projeto, na última fase, foram reservadas duas aulas de 45min cada para que todos os alunos, da turma participante, pudessem praticar o jogo na sala de informática. Para dar condições de uso do laboratório de informática, foi necessário fazer com antecedência uma inspeção nos equipamentos e a instalação das atividades do projeto pelo professor aplicador.

Assim, nesse momento lúdico, cada aluno participou das atividades na sala de informática. Notou-se a satisfação de cada aluno, não só pelo fato de estarem estudando em um local diferente, mas também pelo fato de utilizarem equipamentos que na maioria das vezes não estão disponíveis para eles. Segundo a direção da escola esse espaço fica inoperante durante boa parte do ano letivo, em razão da falta de profissional específico para cuidar dos equipamentos e do espaço.

Apesar de os alunos fazerem uso de vários joguinhos baixados no celular, para eles, essa atividade no geral foi muito boa (relatos dos próprios alunos). A figura 59 apresenta os alunos manuseando os computadores da escola no momento da execução do jogo sobre o lançamento oblíquo.

Figura 59 – Alunos da turma M1TR02 usando o laboratório de informática durante a execução do jogo



Fonte: autor

Durante a execução do Produto Educacional, ficou evidente que os alunos prestaram mais atenção, havendo, assim, um aumento significativo em sua participação. Houve também mais questionamentos sobre o assunto estudado durante a explanação dos conteúdos. Demonstraram, ainda, mais facilidade ao resolver os exercícios propostos pelo professor titular de física.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste trabalho foram atingidos com bastante êxito e os resultados foram satisfatórios, contemplando as perspectivas de execução deste projeto, pois além do entusiasmo de cada aluno participante, a interação e o comprometimento foram o ponto chave para o desenvolvimento de cada etapa da aplicação do produto educacional (PE). Vale ressaltar, ainda, que os alunos pediram para que as aulas tivessem mais recursos tecnológicos, de tal maneira, que possa contemplar seguindo o modelo de aulas que foram apresentados a eles através deste projeto.

Os avanços tecnológicos de cada dia transformam o nosso jeito de viver, e, sendo assim, o processo educacional deve acompanhar essas mudanças, porém, faz-se necessário que o ensino formal possa adequar seus currículos no sentido de acompanhar cada evolução ocorrida tempo a tempo. De forma contraditória, observando a realidade do ensino atual, a BNCC (2017), afirma que:

[...], poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2017, p. 547).

Assim, as Ciências da natureza e suas tecnologias nos proporcionam uma visão de caráter científico e humano. Deve-se levar em conta os fatores externos, tais como: Cultural, social, econômico, político, e ainda considerar os aspectos do cotidiano do educando com as atividades expostas em sala de aula. Cabe aos profissionais da educação, principalmente aos que desempenham seu papel na área das ciências naturais, buscarem novas técnicas de ensino e, assim, contribuir significativamente para a formação intelectual dos alunos.

Porém, em pleno século XXI, o que deve estar em foco é inserir cada vez mais a aplicação dos recursos tecnológicos em sala de aula, de modo a servirem como instrumentos educacionais para o ensino-aprendizagem, com objetividade. É a partir de ações inovadoras que o ensino pode praticar, de fato, uma aprendizagem significativa.

Para Moreira (2011), “a aprendizagem significativa e crítica, permitirá ao aprendiz lidar não só com a quantidade e com a incerteza do conhecimento, mas também com as incertezas e mudanças da vida contemporânea”. Isso serve também não só para quem aprende, mas também para os que ensinam. Os professores, no geral, devem se preparar constantemente para novos desafios, pois o ensino está evoluindo gradativamente e essas mudanças servem para melhorar cada vez mais a educação do nosso país. Somente com muita dedicação e perseverança podemos ter uma educação plena, de qualidade, almejadas por todos aqueles que lutam incansavelmente para que haja um avanço significativo no ensino.

Por mais que seja difícil quebrar o paradigma educacional, quando se aplica uma metodologia inovadora, os resultados são surpreendentes e na maioria das vezes o ganho real é notório. Portanto, a aplicação do produto educacional, que foi desenvolvido pelo professor aplicador com auxílio do professor titular da turma, analisando-se em um aspecto geral, obteve resultados surpreendentes, começando pela participação ativa dos alunos e pela pré-disposição dos mesmos em contribuir para que fosse desenvolvida cada atividade proposta.

Podemos destacar, ainda, que a troca de experiência se fez presente durante a execução do projeto, que as aulas elaboradas nos slides e projetada pelo *Datashow*, tiveram um ganho real no tempo para exposição, sendo assim, foi possível concluir o cronograma do projeto dentro do previsto, sem atropelar o planejamento bimestral do professor titular. Também foi possível realizar as atividades e os exercícios do livro didático. Além disso, foram utilizados alguns recursos tecnológicos para facilitar ainda mais o desenvolvimento desse trabalho, tais como: *Datashow*, *notebook*, computadores, aplicativo *Blender*, dentre outros.

Cabe salientar que o que mais preocupa os profissionais de educação atualmente, principalmente nas escolas públicas do país, são as péssimas condições de trabalho, começando pela parte estrutural das escolas, na demora para reformular e aplicar o novo currículo (BNCC). Destaca-se ainda os seguintes fatores: faltam materiais didáticos, faltam professores das áreas afins, faltam laboratórios multidisciplinares, os espaços físicos são inadequados, os educandos muitas vezes não cumprem as jornadas de trabalho. Tudo isso, dentre outras questões

educacionais, de alguma forma, acaba interferindo negativamente no processo Educacional.

Ainda podemos esclarecer que a realidade do ensino da Física proposto nas escolas públicas do Brasil está ultrapassada. Diante desse quadro, são vários os agravantes que vem contribuindo para o retrocesso do ensino das ciências naturais. Para que as necessidades básicas de ensino sejam contempladas de forma eficaz, é preciso que ocorram mudanças fundamentais. As dificuldades que nossos alunos vivenciam em suas vidas educacionais nem sempre são vistas pelos os professores, que na maioria das vezes estão preocupados somente em cumprirem as metas pré-estabelecidas na grade curricular.

Enfim, com a produção e a aplicação deste Produto Educacional (PE), visa-se melhorar ainda mais o ensino da física na educação básica, gradativamente, com mais dinamismo e aplicabilidade, principalmente nas escolas públicas do país. Viabiliza também melhor uma compreensão das atividades desenvolvidas em sala de aula, especialmente no Ensino das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias.

As aulas que forem administrados após a execução do PE poderão ser administradas tanto em grupo como individual, possibilitando ao educando ter acesso ao conhecimento científico diversificado. Sendo que, no trabalho em grupo, os alunos interagem entre si, havendo trocas das experiências vivenciadas por cada um. Os assuntos que podem serem trabalhados nessas aulas, deverão ter como objetivo não só o cumprimento de conteúdos pré-estabelecidos, mas também transpor as paredes da sala de aula, a fim de facilitar a tomada de decisões nas diferentes situações do cotidiano. Vale ressaltar, ainda, com base neste PE, que os professores ou pessoas interessadas em inovação, podem criar novas atividades no aplicativo *Blender*, com aplicação no ensino da física. Além disso, o PE desenvolvido para este trabalho, estará disponível para que outros professores de física o utilizem em suas aulas, dentro das temáticas expostas aqui.

REFERÊNCIAS

Base Nacional Comum Curricular: Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_110518_versaofinal_site.pdf> acesso em: 02/04/2020.

BISCUOLA, Gualter José; et al. **Física**/1.ed-são Paulo: Saraiva,2010.

BONJORNO, [et al]. **física completa: volume único**/Regina Azenha Bonjorno-2 ed-São Paulo: FTD, 2001.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacional para o Ensino Médio (PCNEM): **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília. MEC, 2000

BRASIL, MEC – **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, 1999. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>, acesso em: 29/07/ 2019.

BRASIL, MEC – **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio**, 1999.

BRASIL, Ministério da educação e do Desporto. PCN+ Ensino Médio: **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC,2002.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. - Brasília: MEC/SEF,1998. 436p.

CALAZANS,J.(Org.). **Iniciação científica: construindo o pensamento crítico**. São Paulo: Cortez,2002.

CAMPOS. / **Psicologia da aprendizagem** /Dinah M. de S.. Petrópolis: Vozes 1983

DANTE, Luiz Roberto/**Matemática:contexto & aplicações**/Luiz Roberto Dante.-2.ed.- São Paulo:Atica,2013.

DELIZOICOV, ANGOTTI/ **Física**/ Demétrio Delizoicov, José André Peres Angotti – São Paulo: Cortez, 1992 – 2. ed. rev. 181 p.

DOCA, / **física 1** / Ricardo Helou Doca, [et al.] – 2. ed, - São Paulo: Saraiva, 2013.

Educação é a Base- Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>> acesso em: 15/02/2019.

Física- Infoescola. Disponível em: <www.infoescola.com/fisica/> acesso em: 07/11/ 2018.

FURTADO, **Blender/download/ tech tudo**/, por Teresa Furtado. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/blender>>. Acesso em: 22/07/2019.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c 2009.

HALLIDAY; RESNICK; WALKER, **Fundamentos de física, volume I : mecânica** / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker ; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. - Rio de Janeiro : LTC, c 2012.

KAWAMURA, M R D; HOSOUME, Y/ **coleção explorando o ensino – Física v.7/** Maria Regina Dubeux Kawamura e Yassuko Hosoume. – São Paulo: IFUSP, 2003, 181.p

Lançamento obliquo: Disponível em: [https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lançamento obliquo.htm](https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lançamento_obliquo.htm) Acesso em: 02/07/2019.

MOROZ, GIANFALDONI, Mônica Helena T. Alves./ **O processo de pesquisa: iniciação.**/ 2ª ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2006.

Plano Inclinado. Disponível em: <www.google.com/search?q=PLANO+INCLINADO> acesso em 23/05/2019.

Plano inclinado - cola da web. Disponível em:<www.coladaweb.com/fisica/mecânica/plano>acesso em 30/05/2019.

Plano Inclinado" em Só Física. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2019 disponível em: < www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica > acesso em: 28/06/2019.

MARTINI/**conexões com a física/** Glorinha Martini ... [et al.], - 3. ed. – São Paulo: Moderna, 2016.

MOREIRA /Aprendizagem significativa: **a teoria e textos complementares/** Marcos Antônio Moreira-São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NASCIMENTO/**Repensando o ensino da Física no ensino médio** / Tiago Lessa do Nascimento. Fortaleza, 2010. 61 p.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés/**Curso de física básica, 1: mecânica** / H. Moysés Nussenzveig. – 5. Ed. – São Paulo: Blucher, 2013. 396 p.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés/**Curso de física básica, 3: eletromagnetismo** / H. Moysés Nussenzveig. – 1. Ed. – São Paulo: Blucher, 1997. 323 p.

O que esperar dos novos livros didáticos alinhados à BNCC. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18840/o-que-esperar-dos-novos-livros-didaticos-alinhados-a-bncc>. Acesso em 21/07/2020.

O quilograma engordou: por que isso é um problema: disponível em: <<https://hypescience.com/o-quilograma-engordou-por-que-isto-e-um-problema/>> acesso em: 27/04/2020.

Tradução da publicação do BIPM Resumo do Sistema Internacional de Unidades – SI: Disponível em: < http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pdf/Resumo_SI.pdf> acesso em 05/05/2020.

SCARPELLINI, ANDREATA /**manual compacto de física: ensino médio**/Carminella Scarpellini, Vinicios Barbosa Andreatta-1,ed. – São Paulo: Rideel, 2012.

Secretaria de educação básica: Disponível em: <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/**CienciasNatureza.pdf**> Acesso em: 13 dezembro 2018.

SILVA, **Física e a Matemática**; por Marcos Aurélio da Silva. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/fisica-matematica.htm>> acesso em 15/02/2019.

Sistema Internacional de Unidades – Brasil Escola: Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/sistema-internacional-unidades-si.>> acesso em 27/04/2020.

Sistema internacional de Unidades: Disponível em: <<https://centraldefavoritos.com.br/2018/02/20/sistema-internacional-de-unidades>> acesso em: 02/05/2020.

SOUZA /**Um olhar sobre o ensino de física na perspectiva do Enem**/ Luciano Pacheco de Souza, – São Cristóvão-SE : UFS, 2014, 94. p.

SPEROTTO, FREITAS. Instituto de matemática, estatística e física/**notas de aula de geometria analítica**: vetores/Fabiola Aiub Sperotto; Daiane Silva de Freitas. Rio grande do Sul: Furg, 2017.

WINTERLE/**vetores e geometria analítica**/Paulo Winterle. São Paulo – SP: Makron books, 2000.

APÊNDICE

APÊNDICE 1- QUESTIONÁRIOS RELACIONADOS AO ENSINO DA FÍSICA



QUESTIONÁRIO ELABORADO PARA A DISSERTAÇÃO DO MESTRADO EM FÍSICA

| | |
|-----------------------|---|
| LOCAL | EEE MÉDIO DR. ROMILDO VELOSO E SILVA |
| TURMA | 1ª ANO DO ENSINO MÉDIO TURMA M1TR02 |
| MESTRANDO | DANIEL FERNANDES CARNEIRO |
| TÍTULO DA DISSERTAÇÃO | GRANDEZAS ESCALARES E VETORIAIS E SUAS ATRIBUIÇÕES NA FÍSICA PARA EDUCAÇÃO BÁSICA: Vídeo e Jogo no Simulador Blender como Suporte Educacional |

PERFIL DO RESPONDENTES

ALUNOS INICIANTES DO ENSINO MEDIO EM ESCOLA PÚBLICA

OBJETIVO DA PESQUISA

- Conhecer os aspectos qualitativo e quantitativo do ensino da física na educação básica nos dias atuais;
- Compreender o perfil dos alunos no que se refere as competências e as habilidades adquiridas no âmbito educacional;
- Relacionar as estruturas físicas metodológicas e humanas como suporte para o ensino aprendizagem da física na educação básica.
- Fazer uso de instrumentos tecnológicos para tornar as aulas de físicas mais atrativa e eficaz.

SUBJETIVAS

01. Você tem dificuldade em aprender conceitos físicos na escola?

02. Neste ano letivo, teve aula no laboratório multidisciplinar (laboratório de ciências) nas aulas de Física?

03. O que você achou da aula apresentada no Datashow com uso dos slides e do jogo?

04. Além da aula exposta na sala de aula, o professor de física tem usado outras metodologias de ensino, tais como: experimentos, passeios em indústrias que usam meios tecnológicos, demonstrações com materiais concretos etc.?

05. Os conceitos físicos explicados através das equações matemática, ajuda ou atrapalha você compreender a explicação do professor durante as aulas de física?

06. Comente sobre a importância da física para o desenvolvimento da humanidade.

QUESTIONÁRIO 3

SOBRE O VÍDEO E O JOGO

01. Foi possível compreender os efeitos da física nos vídeos apresentado durante a aula?

() Sim () não

02. No jogo (lançamento oblíquo) em quantas tentativas você conseguiu concluir?

() não conseguiu finalizar o jogo () 1 a 5; () 6 a 10 () 11 a 15

() mais de 15 tentativas

03. As aulas com auxílio dos slides e dos vídeos contribuíram para assimilar melhor os conteúdos em qual proporção de 0 a 10?

() de 0 a 5 () de 5 a 8 () de 8 a 10

04. Durante as aulas de física, o professor costuma administrar suas aulas com recursos tecnológicos (vídeo aula, Datashow, pesquisas na internet, aplicativos educacionais, dentre outros) em que frequência?

() poucas vezes () nunca usou () sempre usa () não recordo

05. Como você gostaria que fossem aplicadas as aulas de física nas escolas para que possa melhorar ainda mais seus conhecimentos?

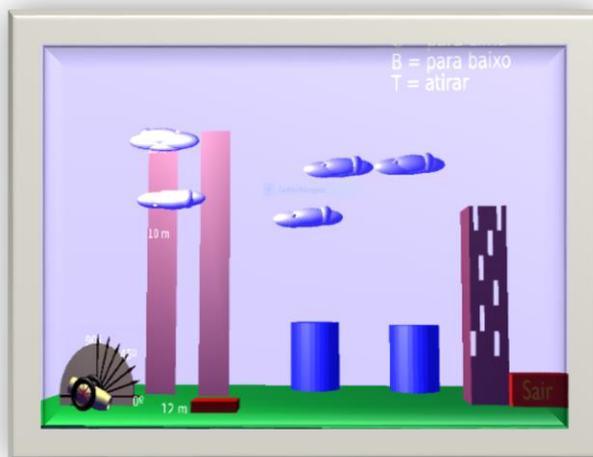
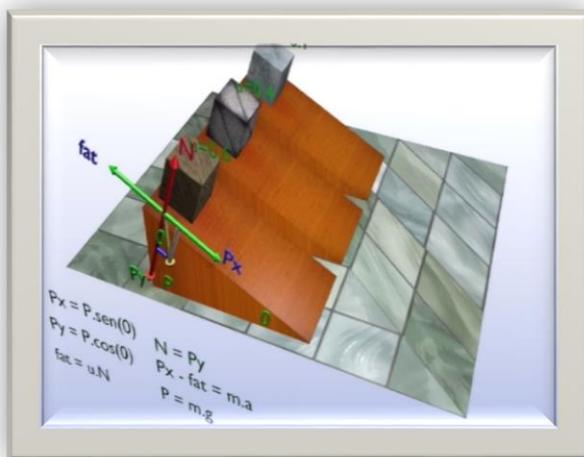
APÊNDICE 2 - PRODUTO EDUCACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

PRODUTO EDUCACIONAL

AULAS ADAPTADAS PARA O ENSINO DA CINEMÁTICA E DINÂMICA: Vídeo e Jogo no Simulador Blender como Suporte Educacional



Autor: Daniel Fernandes Carneiro

Orientadora: Prof^a. Dr. Fernanda Carla Lima Ferreira

MARABÁ-PA
2020

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 01 – Imagem da tela inicial do aplicativo Blender | 09 |
| Figura 02 – Imagem do slide da aula 1 (introdução) | 11 |
| Figura 03 – Imagem do slide da aula 1 (conceito) | 11 |
| Figura 04 – Imagem do slide da aula 1 (vídeo do plano inclinado, criado no aplicativo Blender) | 12 |
| Figura 05 – Imagem do slide da aula 1 (situação – problema com resolução do mesmo) | 12 |
| Figura 06 – Imagem do slide da aula 1 (continuação da resolução do problema) | 13 |
| Figura 07 – Imagem do plano inclinado finalizado no aplicativo Blender | 13 |
| Figura 08 – Imagem do plano inclinado no formato de vídeo | 14 |
| Figura 09 – Imagem do plano inclinado em execução | 14 |
| Figura 10 – Apresentação da aula sobre o plano inclinado | 15 |
| Figura 11 – apresentação inicial do slide da aula 2 | 17 |
| Figura 12 – Imagem do slide da aula 2 (conceitos exemplificados) | 18 |
| Figura 13 – Imagem do slide da aula 2 (conceitos exemplificados continuação da figura 12) | 18 |
| Figura 14 – Apresentação das fórmulas para o lançamento oblíquo. (Slide aula 2) .. | 19 |
| Figura 15 – Imagem do slide da aula 2. (Situação-problema 1) | 19 |
| Figura 16 – Imagem do slide da aula 2. (Situação-problema 2) | 20 |
| Figura 17 – tela inicial do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender | 20 |
| Figura 18 – Fórmulas do jogo (lançamento oblíquo) finalizado no aplicativo Blender | 21 |
| Figura 19 – Cena 1 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender .. | 21 |
| Figura 20 – Cena 2 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender ... | 21 |
| Figura 21 – Cena 3 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender ... | 22 |

| | |
|--|----|
| Figura 22 – Imagem do jogo sendo executado na fase 1 | 23 |
| Figura 23 – Apresentação da aula sobre o lançamento oblíquo | 24 |
| Figura 24 – Alunos da turma M1TR02 executando o jogo | 24 |
| Figura 25 – Alunos da turma M1TR02 ao finalizarem o jogo | 25 |
| Figura 26 – Alunos da turma M1TR02 usando o laboratório de informática na execução do jogo | 26 |

LISTA DAS TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1- Cronograma geral | 07 |
| TABELA 2 - Atividades desenvolvidas semanalmente | 08 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. PRODUTO EDUCACIONAL | 06 |
| 1.1. Introdução do produto educacional | 06 |
| 1.2. Cronograma | 07 |
| 2. O APLICATIVO BLENDER | 09 |
| 2.1. Utilizando o aplicativo Blender nas aulas de dinâmica: Plano Inclinado | 10 |
| 2.1.1. Metodologia para aula sobre plano inclinado | 10 |
| 2.1.2. Modelo da aula com os slides e uma animação (vídeo) - plano inclinado | 10 |
| 2.1.3. Análise comentada sobre as aulas do plano inclinado | 14 |
| 2.2. Utilizando o aplicativo Blender nas aulas de cinemática: Lançamento Oblíquo | 16 |
| 2.2.1. Metodologia para aula sobre lançamento oblíquo | 16 |
| 2.2.2. Modelo da aula com os slides e um simulador (jogo) – lançamento oblíquo | 16 |
| 2.2.3. Análise comentada sobre as aulas do lançamento oblíquo | 23 |
| 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 27 |
| REFERÊNCIAS | 30 |

1. PRODUTO EDUCACIONAL

1.1. Introdução do produto educacional

Com o intuito de tornar as aulas de física mais atraentes e diversificadas, para melhorar ainda mais a prática educacional dos professores e o ensino aprendizagem dos alunos que fazem parte da educação básica, pensou-se na criação de uma metodologia educacional envolvendo grandezas físicas. Com a intenção de mostrar a eficácia do desenvolvimento educacional, foram demonstrados dois temas distintos, ambos com a mesma finalidade da prática pedagógica. São duas aulas prontas, montadas no *PowerPoint*, elaboradas para a apresentações de slides em sala de aula. O primeiro assunto aplicará o tema “plano inclinado com atrito” e no segundo será desenvolvido o assunto com o tema “lançamento oblíquo”, além disso, terá a apresentação de um vídeo renderizado pelo *Blender*, mostrando os movimentos de blocos com diferenciação do coeficiente de atrito em cada um e para o segundo tema, haverá um jogo que, conforme a inclinação angular do canhão, o jogador possa acertar o alvo em destaque.

Durante as aulas será apresentada uma animação visual que foi criada na plataforma do *Blender* e anexada nos *Slides*. Na ocasião, terá o conteúdo proposto passo a passo. O segundo assunto demonstra a aplicação do lançamento oblíquo, também elaborada no *PowerPoint*, com a apresentação inicial de um jogo em 3D que também foi montado na plataforma *Blender*. Além disso, cada slide terá situações-problema resolvidas passo a passo com suas respectivas equações claramente demonstradas. Para cada assunto em questão, serão destacadas as grandezas físicas apropriadas. Ainda, cada aula a ser aplicada terá como objetivo desenvolver as competências e habilidades dos alunos para que possam, em sua vida acadêmica, aprender a equacionar os problemas na área das ciências naturais.

Os materiais que foram elaborados para essas duas aulas (slides, vídeo e jogo) estarão disponíveis no *Google Drive*, nos seguintes endereços eletrônicos: https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1HbQ_x_vp_RN-uAERdUPd3DgWxcWRQunx e https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1QQ_7jtagwt-TSIQpIIEZoNq_YibqxaGv.

O produto educacional (PE), foi elaborado para atender aos alunos da primeira série do Ensino Médio, adotando abordagem dos conteúdos de cinemática e dinâmica, a partir dos assuntos que envolvem grandezas escalares e vetoriais. Diante

dessas perspectivas, teremos duas aulas com slides, a primeira com assuntos sobre o plano inclinado e a segunda sobre lançamento oblíquo.

A aplicação do PE, será realizada na EEE Médio Dr. Romildo Veloso e Silva, localizada no município de Ourilândia do Norte-Pa, com capacidade para aproximadamente 1200 alunos. É uma escola estadual sob administração da Secretaria Estadual de Educação do Pará (SEDUC-PA).

O PE será desenvolvido pela turma do primeiro ano da tarde (turma 2), M1TR02, com 38 alunos matriculados, que se encontra sob responsabilidade do professor de Física Luiz Gustavo Fernandes dos Santos. As atividades programadas serão realizadas dentro do cronograma estabelecido na tabela 1 e 2 respectivamente.

1.2. Cronograma

A Tabela 1 apresenta o cronograma geral das atividades realizadas e a quantidades de aulas que serão ministradas.

TABELA 1- Cronograma geral

| ATIVIDADES | OUTUBRO DE (2019) | NOVEMBRO DE (2019) |
|--|----------------------|-----------------------|
| Apresentação das atividades a serem desenvolvidas na escola | X | |
| Aulas experimentais (Plano inclinado, lançamento oblíquo) | X | |
| Culminância das atividades | | X |
| QUANTIDADE DE AULAS PROPOSTAS | | |
| Plano inclinado | 6 aulas | 2 aulas |
| Lançamento oblíquo | 6 aulas | 2 aulas |

Fonte: autor

A tabela 8 apresenta cada semana dos respectivos meses para exposição das aulas e a culminância das atividades propostas no projeto.

TABELA 2 - Atividades desenvolvidas semanalmente

| OUTUBRO (2019) | 1 ^a | 2 ^a | 3 ^a | 4 ^a |
|--|------------------------------------|------------------------------------|------------------|------------------|
| | SEMANA (3h/a) | SEMANA (3h/a) | SEMANA (3h/a) | SEMANA (3h/a) |
| Aula sobre plano inclinado SALA: (M1TR02) | X | X | | |
| Aula sobre lançamento oblíquo SALA: (M1TR02) | | | X | X |
| Atividades complementares com exercícios de fixação | | X | | X |
| NOVEMBRO (2019) | | | | |
| | 1 ^a SEMANA (2h/a) | 2 ^a SEMANA (2h/a) | | |
| Culminância das atividades realizadas-plano inclinado | X | | | |
| Culminância das atividades realizadas-lançamento obliquo | | X | | |

Fonte: autor

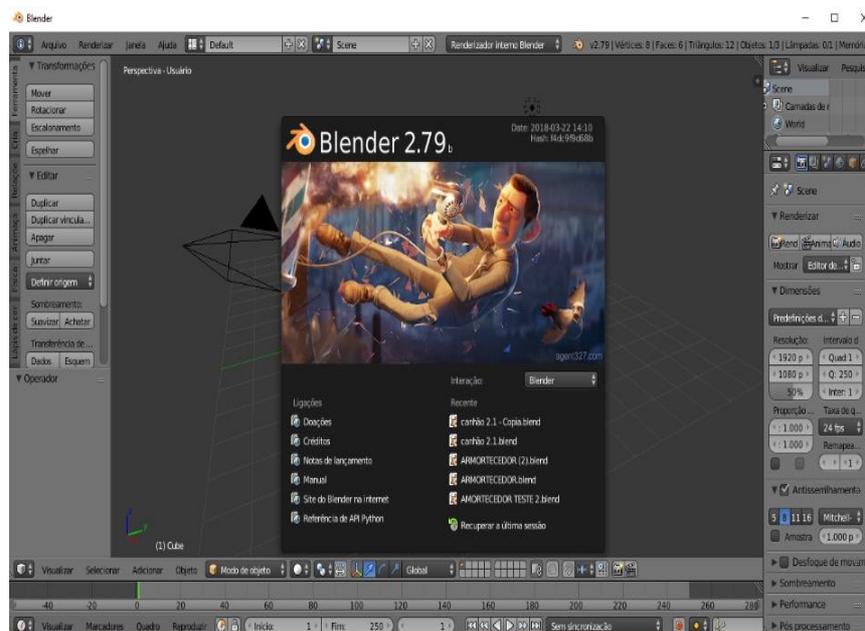
2. O APLICATIVO BLENDER

O *Blender* é um sofisticado programa de multimídia, que permite modelagens e animações em 3D, além disso pode criar vídeos digitais, jogos e muito mais. É o programa livre e gratuito de modelagem e animação mais popular do mercado, funciona com sistemas operacionais Linux, Windows, MacOs, Solares, FreeBSD e Irix (TECHTUDO, 2014).

É um verdadeiro atributo para quem gosta de usar a imaginação e a criatividade na hora de montar as animações na forma de vídeo ou de jogos. Uma das vantagens do aplicativo é que o usuário pode utilizar a ferramenta “física” para aplicar efeitos físicos no seu trabalho quando achar necessário.

A Figura 1 apresenta a imagem do aplicativo *Blender*.

Figura 1 – Imagem da tela inicial do aplicativo *Blender*.



Fonte: autor

O aplicativo *Blender*, poderá ser mais uma ferramenta de apoio pedagógico para os professores utilizarem nas aulas de Física, assim, com suas múltiplas funções, o professor das ciências naturais pode manipular suas aulas de forma simples e prática. Vale ressaltar, ainda, que usando o aplicativo os professores estarão fazendo uso da tecnologia dentro do processo educacional. Nesse sentido, foram elaborados dois projetos para serem usados como metodologia educacional, tais como uma

animação renderizada representando o plano inclinado com atrito e um jogo editado representando o lançamento oblíquo.

2.1. Utilizando o aplicativo *Blender* nas aulas de dinâmica: plano inclinado

2.1.1. Metodologia para aula sobre plano inclinado

Com o uso de um *Datashow* foi apresentado aos alunos da primeira série do Ensino Médio, uma aula montada através de slides contendo o resumo do assunto a ser trabalhado, dentro dessa aula, será apresentado um vídeo de animação com os efeitos da física. Haja vista que os slides apresentados terão totais condições para que a aula seja diferente daquelas que os alunos estão acostumados no seu dia-a-dia.

O diferencial dessa aula é que deverá conter um breve histórico do assunto trabalhado, parte conceitual, situações-problema e, além disso, uma animação que foi criada pelo aplicativo *Blender*, mostrando onde e como a física será aplicada.

No decorrer da apresentação da aula, os alunos observarão, através do vídeo, os processos físicos ocorrentes aos deslocamentos dos objetos deslizando na plataforma inclinada. Sendo que serão três plataformas em que cada uma delas, e haverá um objeto deslizando sob a ação do coeficiente de atrito com valores distintos. Nessa ocasião, o aluno perceberá que aumentando o valor do coeficiente de atrito, menor será a velocidade adquirida pelo objeto. Também será possível visualizar as componentes vetoriais envolvidas no plano inclinado.

2.1.2. Modelo da aula 1 com os slides e animação (vídeo) - plano inclinado

As imagens a seguir, configuram o modelo dos slides que servirão de suporte para as aulas do plano inclinado, contendo o conteúdo programático em si, com definições, conceitos, exemplos e situações-problema. Ainda contarão com as imagens de um vídeo em execução e durante o processo de elaboração do mesmo no simulador *Blender*.

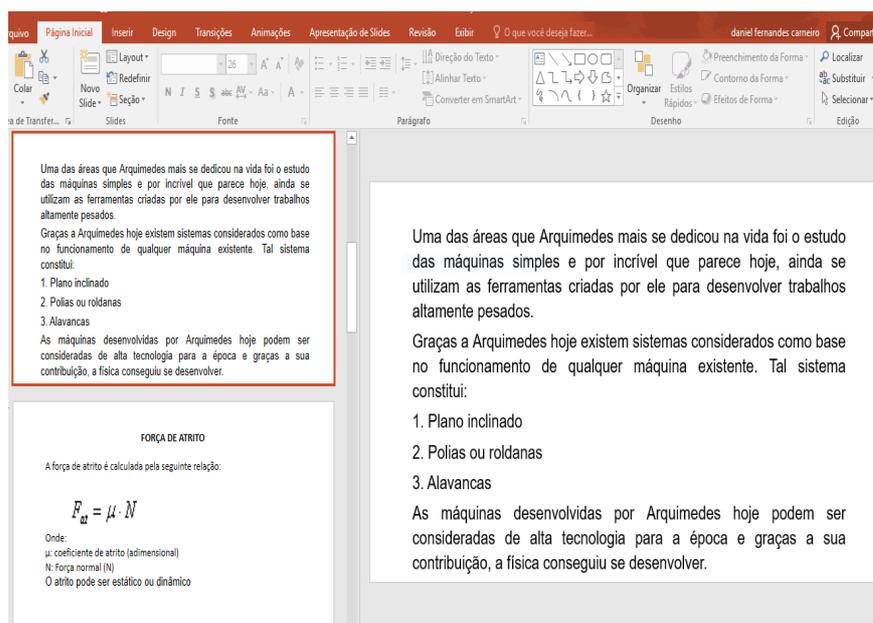
Da figura 2 a 6, são apresentadas as imagens da aula que foi montada no *PowerPoint* com sequência de slides atribuídos a ela.

Figura 2 – Imagem do slide da aula 1 (introdução)



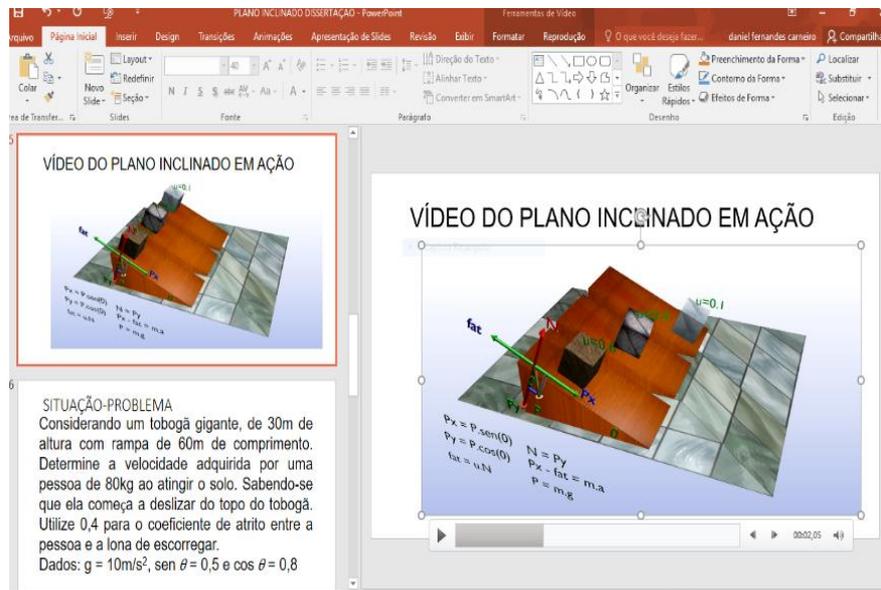
Fonte: autor

Figura 3 – Imagem do slide da aula 1(conceito)



Fonte: autor

Figura 4 – Imagem do slide da aula 1 (vídeo do plano inclinado, criado no aplicativo Blender)



Fonte: autor

Figura 5 – Imagem do slide da aula 1 (situação – problema com resolução do mesmo)

ESQUEMA:

SITUAÇÃO-PROBLEMA

Considerando um tobogã gigante, de 30m de altura com rampa de 60m de comprimento. Determine a velocidade adquirida por uma pessoa de 80kg ao atingir o solo. Sabendo-se que ela começa a deslizar do topo do tobogã. Utilize 0,4 para o coeficiente de atrito entre a pessoa e a lona de escorregar. Dados: $g = 10\text{m/s}^2$, $\text{sen } \theta = 0,5$ e $\text{cos } \theta = 0,8$

RESOLUÇÃO

- Ângulo de inclinação:
 $\text{sen } \theta = \frac{30}{60}$ $\text{sen } \theta = \frac{1}{2}$ $\theta = 30^\circ$
- As componentes P_x e P_y ($P = m \cdot g$)

| | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| $P_x = P \cdot \text{sen } \theta$ | $P_y = P \cdot \text{cos } \theta$ | $N = P_y$ |
| $P_x = 80 \cdot 10 \cdot 0,5$ | $P_y = 80 \cdot 10 \cdot 0,8$ | $N = 640\text{N}$ |
| $P_x = 400\text{N}$ | $P_y = 640\text{N}$ | |
- Força de atrito F_{at}
 $F_{at} = \mu \cdot N$ $F_{at} = 0,4 \cdot 640$ $F_{at} = 256\text{N}$

Fonte: autor

Figura 6 – Imagem do slide da aula 1 (continuação da resolução do problema)

• **Aceleração e a velocidade**

$$P_x - F_{at} = m \alpha$$

$$400 - 256 = 80 \alpha$$

$$144 = 80 \alpha$$

$$\alpha = 1,8 \text{ m/s}^2$$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2$$

$$60 = 0 + 0 t + \frac{1,8}{2} t^2$$

$$60 = 0,9 t^2$$

$$t^2 \cong 66,7$$

$$t \cong \sqrt{66,7}$$

$$\text{ou } \cong 8,1 \text{ s}$$

$$v = v_0 + \alpha t$$

$$v = 0 + 1,8 \cdot 8,1$$

$$v = 14,58 \text{ m/s} \times 3,6$$

$$\text{ou } \cong 52,5 \text{ km/h}$$

• **Aceleração e a velocidade**

$$P_x - F_{at} = m \alpha$$

$$400 - 256 = 80 \alpha$$

$$144 = 80 \alpha$$

$$\alpha = 1,8 \text{ m/s}^2$$

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{\alpha}{2} t^2$$

$$60 = 0 + 0 t + \frac{1,8}{2} t^2$$

$$60 = 0,9 t^2$$

$$t^2 \cong 66,7$$

$$t \cong \sqrt{66,7}$$

$$\text{ou } \cong 8,1 \text{ s}$$

$$v = v_0 + \alpha t$$

$$v = 0 + 1,8 \cdot 8,1$$

$$v = 14,58 \text{ m/s} \times 3,6$$

$$\text{ou } \cong 52,5 \text{ km/h}$$

REFERÊNCIAS

SCARPELLINI ANDREA ITA manual compacto de física: ensino médio/Carmelina Scarpellini, Vinícius Barbosa Andreatta-1.ed. – São Paulo: Rideel, 2012.

Disponível em: < www.google.com/search?q=PLANO+INCLINADO > acesso em 23/05/2019;

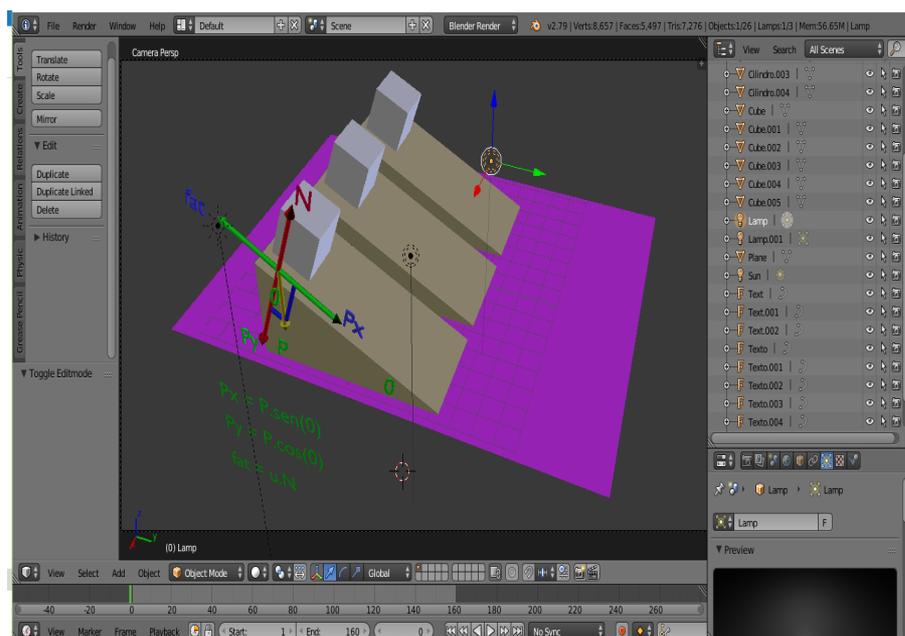
Disponível em: < www.softica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica > Acesso em 30/05/2019;

Disponível em: < www.coladaveb.com/fisica/mecanica/plano > acesso em 30/05/2019

Fonte: autor

As Figuras 7 a 9 apresentam o aplicativo *Blender* durante o processo de criação do vídeo, fazendo a modelagem das figuras e fórmulas e dos efeitos físicos que foram aplicados para dar melhor efeito, com certo realismo, na execução do vídeo após finalizado.

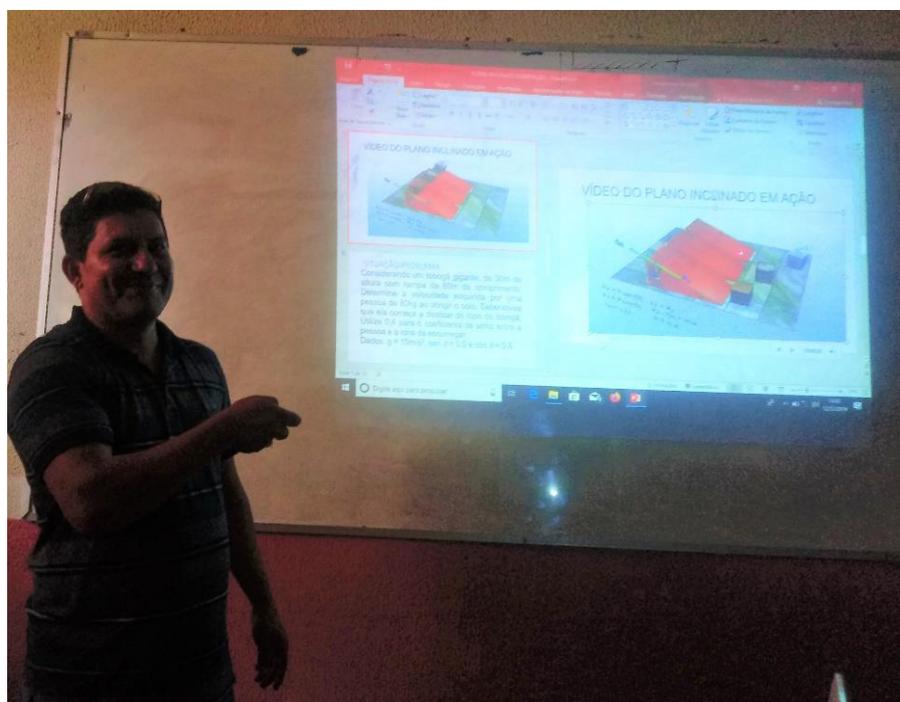
Figura 7 – Imagem do plano inclinado finalizado no aplicativo *Blender*.



Fonte: autor

As aulas sobre o plano inclinado foram aplicadas inicialmente no *Datashow*, com a exposição dos slides contendo uma aula pronta e a exibição de um vídeo renderizado anteriormente no aplicativo *Blender*. O objetivo dessa aula, além de ensinar os conceitos, foi também perceber a aplicação da física nesse tipo de movimento, através do vídeo, pois é através dele que o aluno deverá perceber claramente a importância do atrito em questão. A Figura 10 apresenta a aula sobre o plano inclinado, durante a exposição da mesma em sala de aula para os alunos participantes.

Figura 10 – Apresentação da aula sobre o plano inclinado



Fonte: autor

Durante essa aula, ficou evidente que os alunos prestaram mais atenção, puderam participar oralmente, dando-lhe suas opiniões sobre os assuntos estudados, além disso, demonstraram interesse em aprender como realmente os movimentos acontecem na prática.

Após a exibição do vídeo, os alunos perceberam a importância do coeficiente de atrito e como os atritos contribuem para provocar cada movimento, adquirindo-se certa velocidade conforme seu valor correspondente. Após essa compreensão, as aplicações das fórmulas foram só mais uma complementação das atividades propostas, até porque os alunos já estavam completamente envolvidos no

contexto, assim, eles não tiveram dificuldades na hora de resolver as situações-problema que foram repassadas a eles.

Ao término da aula expositiva, os alunos foram submetidos à resolução de uma atividade complementar com problemas voltados para o seu cotidiano, com o acompanhamento do professor titular e também do professor aplicador.

2.2. Utilizando o aplicativo *Blender* nas aulas de cinemática: lançamento oblíquo

2.2.1. Metodologia para aula 2 sobre lançamento oblíquo

Com o uso de um *Datashow*, o professor irá apresentar aos seus alunos um jogo que tem como finalidade mostrar a trajetória da bola de um canhão, que através do ângulo de inclinação deverá acertar o alvo estipulado pelo jogo. Depois dessa parte lúdica, o professor deve aplicar uma aula expositiva, apresentando slides montados com assuntos dentro do tema “lançamento oblíquo”.

Após a explanação sobre essa aula, os alunos irão para a sala de informática na própria escola, onde já estão instalados o jogo nos computadores disponíveis. Lá o professor deverá formar grupos de alunos que contemplam todos eles na realização do jogo. Cada aluno terá uma tentativa para jogar, passando a vez para o próximo até que todos possam ter jogado. Assim, farão um formato de rodízio até encerrar o tempo estabelecido para essa atividade.

Ao retornarem à sala de aula, cada aluno participante resolverá uma lista de exercícios sobre o assunto estudado. Ainda, no final de todas as atividades propostas no projeto, os alunos responderão um questionário visando a metodologia adotada pelo professor em sala de aula e o ensino da física na educação básica. Esse questionário terá como objetivo observar o ensino, na perspectiva dos alunos entrevistados.

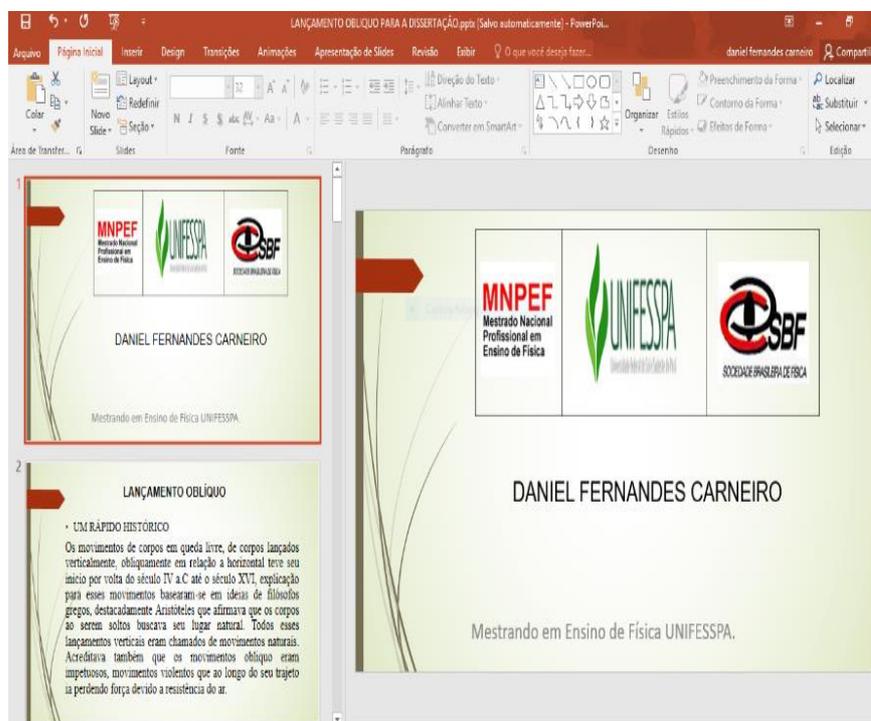
Após concretizar cada atividade do projeto, cabe ao professor avaliar a participação dos alunos por meio de exercícios de aprendizagem, no interesse dos alunos, nos exercícios, no entusiasmo, na participação, na assiduidade e naquilo que o professor julgar necessário.

2.2.2. Modelo da aula com os slides e simulador (jogo) – lançamento oblíquo

As imagens a seguir configuram o modelo dos slides que servirão de suporte para as aulas de cinemática vetorial, contendo o conteúdo programático em si, com definições, conceitos, exemplos e situações-problema. Ainda contarão com as imagens do jogo em exposição, execução e também durante o processo de elaboração no simulador *Blender*.

As Figuras 11 a 16, apresentam a aula montada no *PowerPoint*, com sequência de slides relacionados a essa aula.

Figura 11 – apresentação inicial do slide da aula 2



Fonte: autor

Figura 12 – Imagem do slide da aula 2 (conceitos exemplificados)

Desprezando a resistência do ar, o corpo descreve uma trajetória parabólica devido a atração da terra;

Decompos o movimento em dois: um na direção horizontal x (MU) e outro na direção vertical y (MUV) de aceleração da gravidade (-g).

EQUAÇÃO MATEMÁTICA PARA O LANÇAMENTO OBLÍQUO

Trajetória parabólica

Fonte: autor

Figura 13 – Imagem do slide da aula 2 (conceitos exemplificados continuação da figura 12)

É nesse período que tivemos o início das grandes navegações e o desenvolvimento da indústria da guerra, onde balas de pedras foram substituídas por balas de ferro ou cobre, canhões também foram fabricados.

Movimento oblíquo segundo Aristóteles

Somente depois de muitos anos que as percepções de Aristóteles puderam serem mais precisas, destacando o conceito de queda livre demonstrado por Galileu Galilei (1564 – 1642).

Slide 3 de 24 Português (Brasil) Recuperado

Fonte: autor

Figura 14 – Apresentação das fórmulas para o lançamento oblíquo. (Slide aula 2)

LANÇAMENTO OBLÍQUO PARA A DISSERTAÇÃO.pptx [Salvo automaticamente] - PowerPoint

Funções Horárias

SEGUNDO X SEGUNDO Y

$$S = S_0 + vt$$

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{a}{2} t^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$x = x_0 + V_{0x} t$$

$$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{g}{2} t^2$$

$$v_x = V_{0x} + gt$$

- No ponto de altura máxima (h_{\max}) o módulo da velocidade no movimento vertical é $v_y = 0$;
- No alcance máximo (x_{\max}), temos $y = 0$.
- Em um certo instante a posição do corpo é dada por $P(x_i, y_i)$;
- A velocidade num dado instante é dado por: $\vec{v} = \vec{v}_{0x} + \vec{v}_y$.

Fonte: autor

Figura 15 – Imagem do slide da aula 2 (Situação-problema 1).

LANÇAMENTO OBLÍQUO PARA A DISSERTAÇÃO.pptx [Salvo automaticamente] - PowerPoint

SITUAÇÕES-PROBLEMA

1. Uma bola de futebol de campo é lançada do solo para cima segundo um ângulo de 45° em relação ao campo, com velocidade inicial de 108 km/h , adotando $g=10 \text{ m/s}^2$ e $\text{sen } 45^\circ = 0,7$ e $\text{cos } 45^\circ = 0,7$. calcule o tempo gasto e o alcance da bola ao tocar o campo.

DADOS

$$\begin{cases} \alpha = 45^\circ \\ v_0 = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}} : 3,6 = 30 \text{ m/s} \\ g = 10 \text{ m/s}^2 \\ \text{sen } 45^\circ = 0,7 \text{ e } \text{cos } 45^\circ = 0,7 \\ t = ? \\ S_x = ? \end{cases}$$

RESOLUÇÃO:

$$V_{0x} = V_0 \cos \alpha$$

$$V_{0y} = V_0 \sin \alpha$$

$$V_{0x} = 30,7$$

$$V_{0y} = 21 \text{ m/s}$$

FUNÇÕES HORÁRIAS

$$x = x_0 + V_{0x} t$$

$$y = y_0 + V_{0y} t + \frac{g}{2} t^2$$

$$x = 0 + 21t$$

$$y = 0 + 21t + \frac{(-10)}{2} t^2$$

$$x = 21t$$

$$y = 21t - 5t^2$$

NO CAMPO $y = 0$

$$y = 21t - 5t^2$$

$$0 = 21t - 5t^2$$

$$t(21 - 5t) = 0$$

$$t_1 = 0 \text{ e } t_2 = 5t_2 = 0 \cdot (-1)$$

$$5t_2 = 21$$

$$t_2 = \frac{21}{5}$$

$$t_2 = 4,2 \text{ s}$$

ALCANCE DA BOLA (campo)

$$x = 21t$$

$$x = 21 \cdot 4,2$$

$$x = 88,2 \text{ m}$$

Fonte: autor

Figura 16 – Imagem do slide da aula 2. (Situação-problema 2)

Fonte: autor

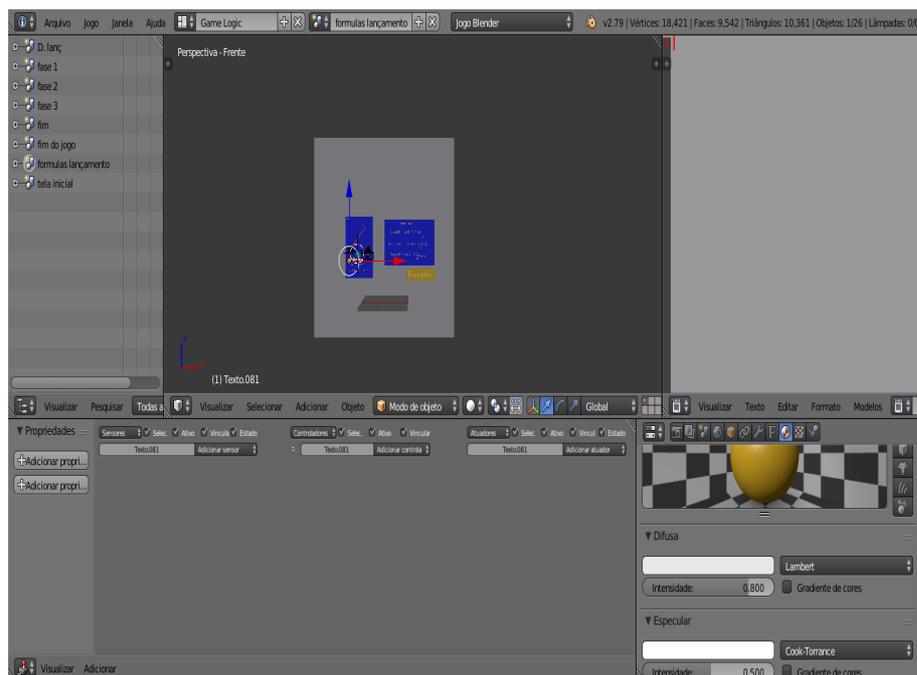
As figuras 17 a 21 apresentam a montagem do jogo no aplicativo *Blender*, em algumas etapas na elaboração do mesmo e na figura 22, com o jogo sendo executado em sua fase final.

Figura 17 – tela inicial do jogo (lançamento obliquo) finalizada no aplicativo Blender



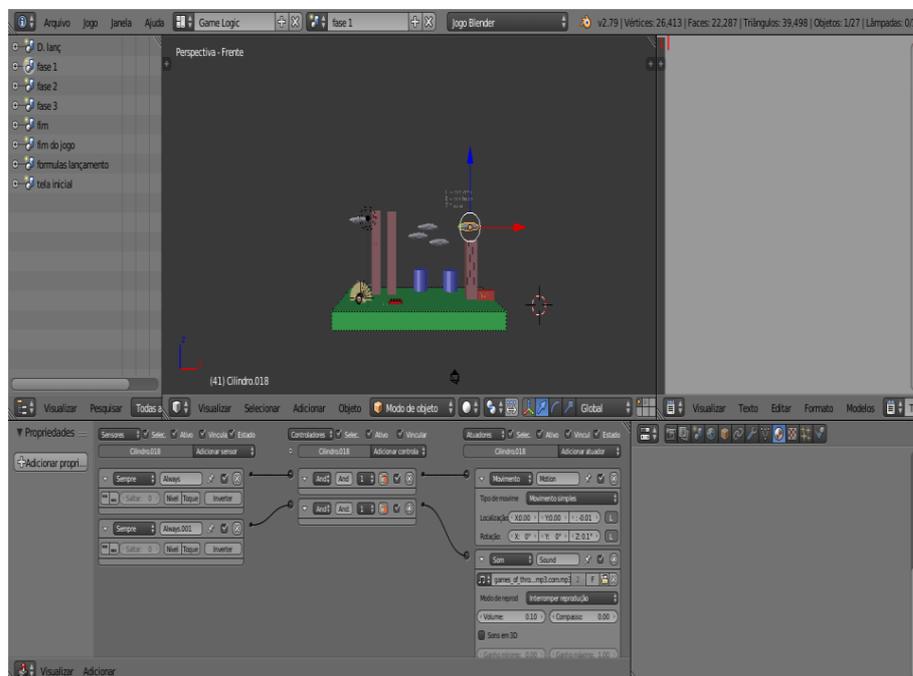
Fonte: autor

Figura 18 – Fórmulas do jogo (lançamento oblíquo) finalizado no aplicativo Blender



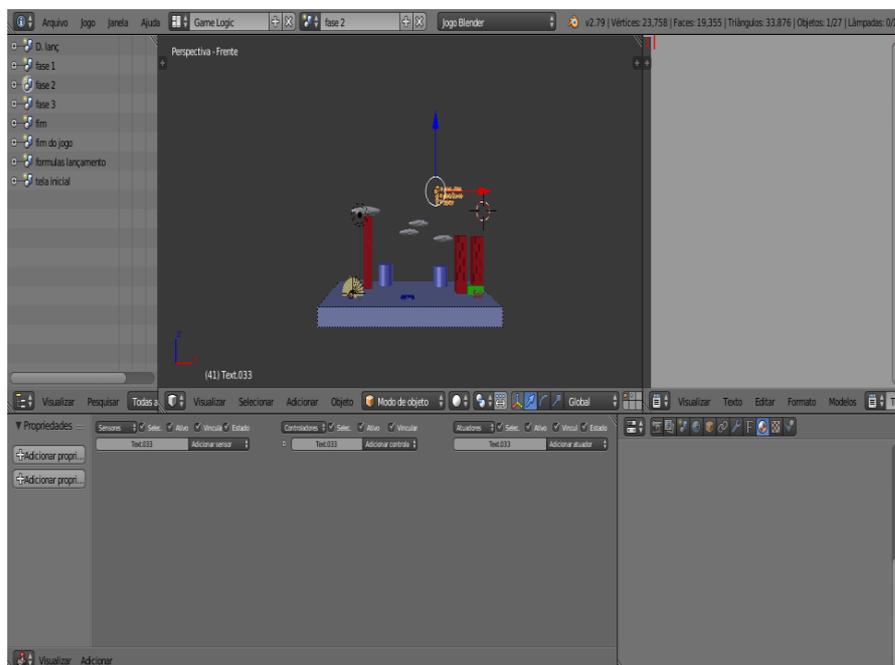
Fonte: autor

Figura 19 – Cena 1 do jogo (lançamento oblíquo) finalizada no aplicativo Blender



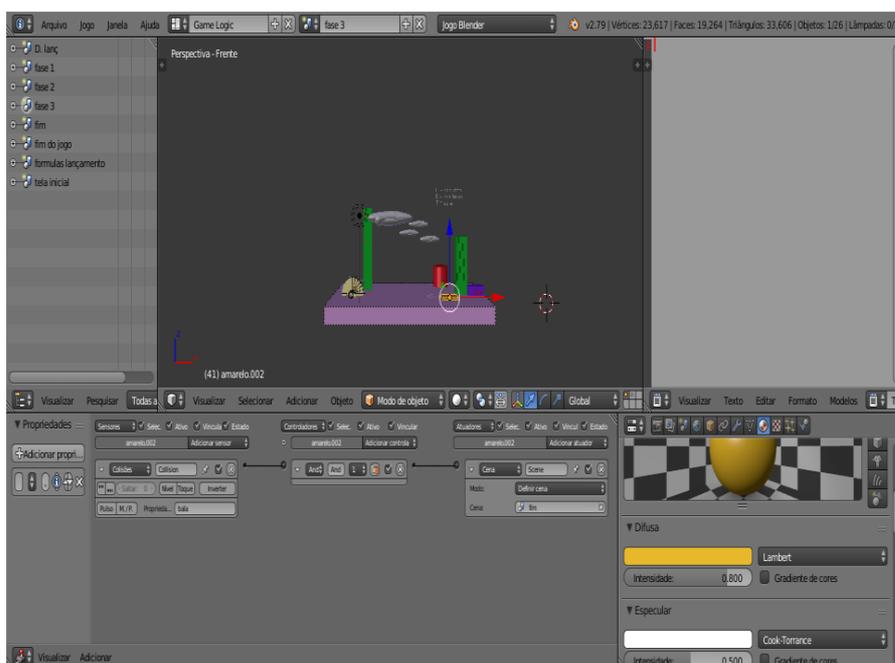
Fonte: autor

Figura 20 – Cena 2 do jogo (lançamento obliquo) finalizada no aplicativo Blender



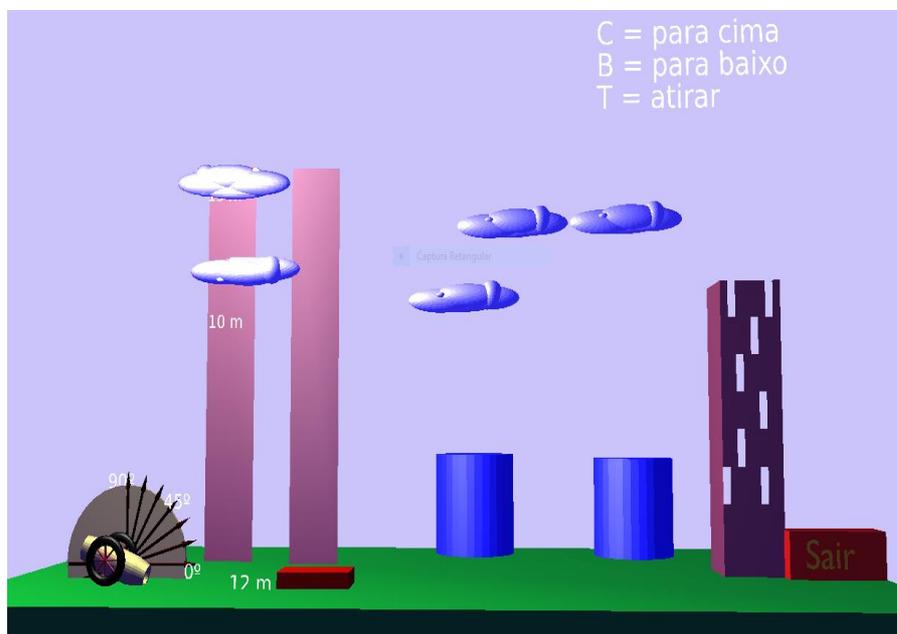
Fonte: autor

Figura 21 – Cena 3 do jogo (lançamento obliquo) finalizada no aplicativo Blender



Fonte: autor

Figura 22 – Imagem do jogo sendo executado na fase 1



Fonte: autor

2.2.3. Análise comentada sobre as aulas do lançamento oblíquo

As aulas sobre o lançamento oblíquo foram aplicadas inicialmente com a exposição do jogo “lançamento oblíquo” e com a divulgação oral pelo professor sobre a importância da aula que seria administrada durante o projeto. Nesse primeiro momento, foram selecionados alguns alunos para manusear o computador e fazer uso do jogo. Ao mesmo tempo, as imagens do jogo estavam sendo projetadas pelo *Datashow*. Assim, os demais alunos puderam acompanhar o passo a passo de cada fase do jogo. Como está apresentado na figura 23 a 25.

Figura 23 – Apresentação da aula sobre o lançamento oblíquo



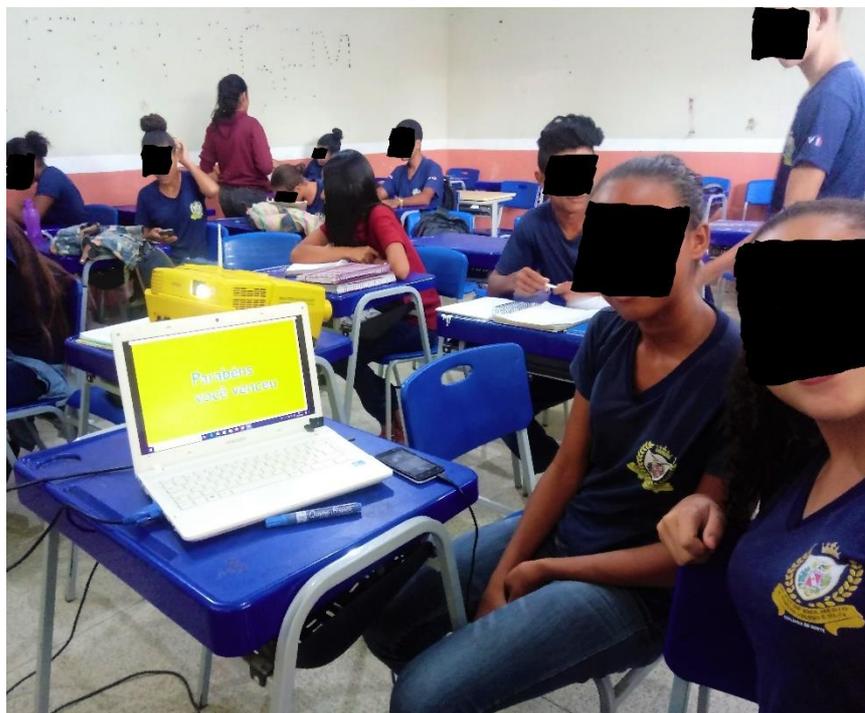
Fonte: autor

Figura 24 – Alunos da turma M1TR02 executando o jogo



Fonte: autor

Figura 25 – Alunos da turma M1TR02 ao finalizarem o jogo



Fonte: autor

Após finalizar essa etapa, o professor deu continuidade ao projeto, expondo os slides que contém o conteúdo, com suas definições, conceitos e situações-problema, mais algumas atividades complementares do livro didático do próprio aluno. Assim, dando sequência no cronograma, continuou-se com as atividades do projeto na semana seguinte.

Antes de finalizar o projeto, na última fase, foram reservadas duas aulas de 45min cada para que todos os alunos, da turma participante, pudessem praticar o jogo na sala de informática. Para dar condições de uso do laboratório de informática, foi necessário fazer com antecedência uma inspeção nos equipamentos e a instalação das atividades do projeto pelo professor aplicador.

Assim, nesse momento lúdico, cada aluno participou das atividades na sala de informática. Notou-se a satisfação de cada aluno, não só pelo fato de estarem estudando em um local diferente, mas também pelo fato de utilizarem equipamentos que na maioria das vezes não estão disponíveis para eles. Segundo a direção da escola esse espaço fica inoperante durante boa parte do ano letivo, em razão da falta de profissional específico para cuidar dos equipamentos e do espaço.

Apesar de os alunos fazerem uso de vários joguinhos baixados no celular, para eles, essa atividade no geral foi muito boa (relatos dos próprios alunos). Já na figura 26 apresenta os alunos manuseando os computadores da escola no momento da execução do jogo sobre o lançamento oblíquo.

Figura 26 – Alunos da turma M1TR02 usando o laboratório de informática durante a execução do jogo



Fonte: autor

Durante a execução do Produto Educacional, ficou evidente que os alunos prestaram mais atenção, havendo, assim, um aumento significativo em sua participação. Houve também mais questionamentos sobre o assunto estudado durante a explanação dos conteúdos. Demonstraram, ainda, mais facilidade ao resolver os exercícios propostos pelo professor titular de física.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos deste trabalho foram atingidos com bastante êxito e os resultados foram satisfatórios, contemplando as perspectivas de execução deste projeto, pois além do entusiasmo de cada aluno participante, a interação e o comprometimento foram o ponto chave para o desenvolvimento de cada etapa da aplicação do produto educacional (PE). Vale ressaltar, ainda, que os alunos pediram para que as aulas tivessem mais recursos tecnológicos, de tal maneira, que possa contemplar seguindo o modelo de aulas que foram apresentados a eles através deste projeto.

Os avanços tecnológicos de cada dia transformam o nosso jeito de viver, e, sendo assim, o processo educacional deve acompanhar essas mudanças, porém, faz-se necessário que o ensino formal possa adequar seus currículos no sentido de acompanhar cada evolução ocorrida tempo a tempo. De forma contraditória, observando a realidade do ensino atual, a BNCC (2017), afirma que:

[...], poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população (BRASIL, 2017, p. 547).

Assim, as Ciências da natureza e suas tecnologias nos proporcionam uma visão de caráter científico e humano. Deve-se levar em conta os fatores externos, tais como: Cultural, social, econômico, político, e ainda considerar os aspectos do cotidiano do educando com as atividades expostas em sala de aula. Cabe aos profissionais da educação, principalmente aos que desempenham seu papel na área das ciências naturais, buscarem novas técnicas de ensino e, assim, contribuir significativamente para a formação intelectual dos alunos.

Porém, em pleno século XXI, o que deve estar em foco é inserir cada vez mais a aplicação dos recursos tecnológicos em sala de aula, de modo a servirem como instrumentos educacionais para o ensino-aprendizagem, com objetividade. É a

partir de ações inovadoras que o ensino pode praticar, de fato, uma aprendizagem significativa.

Para Moreira (2011), “a aprendizagem significativa e crítica, permitirá ao aprendiz lidar não só com a quantidade e com a incerteza do conhecimento, mas também com as incertezas e mudanças da vida contemporânea”. Isso serve também não só para quem aprende, mas também para os que ensinam. Os professores, no geral, devem se preparar constantemente para novos desafios, pois o ensino está evoluindo gradativamente e essas mudanças servem para melhorar cada vez mais a educação do nosso país. Somente com muita dedicação e perseverança podemos ter uma educação plena, de qualidade, almejadas por todos aqueles que lutam incansavelmente para que haja um avanço significativo no ensino.

Por mais que seja difícil quebrar o paradigma educacional, quando se aplica uma metodologia inovadora, os resultados são surpreendentes e na maioria das vezes o ganho real é notório. Portanto, a aplicação do produto educacional, que foi desenvolvido pelo professor aplicador com auxílio do professor titular da turma, analisando-se em um aspecto geral, obteve resultados surpreendentes, começando pela participação ativa dos alunos e pela pré-disposição dos mesmos em contribuir para que fosse desenvolvida cada atividade proposta.

Podemos destacar, ainda, que a troca de experiência se fez presente durante a execução do projeto, que as aulas elaboradas nos slides e projetada pelo *Datashow*, tiveram um ganho real no tempo para exposição, sendo assim, foi possível concluir o cronograma do projeto dentro do previsto, sem atropelar o planejamento bimestral do professor titular. Também foi possível realizar as atividades e os exercícios do livro didático. Além disso, foram utilizados alguns recursos tecnológicos para facilitar ainda mais o desenvolvimento desse trabalho, tais como: *Datashow*, *notebook*, computadores, aplicativo *Blender*, dentre outros.

Cabe salientar que o que mais preocupa os profissionais de educação atualmente, principalmente nas escolas públicas do país, são as péssimas condições de trabalho, começando pela parte estrutural das escolas, na demora para reformular e aplicar o novo currículo (BNCC). Destaca-se ainda os seguintes fatores: faltam materiais didáticos, faltam professores das áreas afins, faltam laboratórios multidisciplinares, os espaços físicos são inadequados, os educandos muitas vezes

não cumprem as jornadas de trabalho. Tudo isso, dentre outras questões educacionais, de alguma forma, acaba interferindo negativamente no processo Educacional.

Ainda podemos esclarecer que a realidade do ensino da Física proposto nas escolas públicas do Brasil está ultrapassada. Diante desse quadro, são vários os agravantes que vem contribuindo para o retrocesso do ensino das ciências naturais. Para que as necessidades básicas de ensino sejam contempladas de forma eficaz, é preciso que ocorram mudanças fundamentais. As dificuldades que nossos alunos vivenciam em suas vidas educacionais nem sempre são vistas pelos os professores, que na maioria das vezes estão preocupados somente em cumprirem as metas pré-estabelecidas na grade curricular.

Enfim, com a produção e a aplicação deste Produto Educacional (PE), visa-se melhorar ainda mais o ensino da física na educação básica, gradativamente, com mais dinamismo e aplicabilidade, principalmente nas escolas públicas do país. Viabiliza também melhor uma compreensão das atividades desenvolvidas em sala de aula, especialmente no Ensino das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias.

As aulas que forem administrados após a execução do PE poderão ser administradas tanto em grupo como individual, possibilitando ao educando ter acesso ao conhecimento científico diversificado. Sendo que, no trabalho em grupo, os alunos interagem entre si, havendo trocas das experiências vivenciadas por cada um. Os assuntos que podem serem trabalhados nessas aulas, deverão ter como objetivo não só o cumprimento de conteúdos pré-estabelecidos, mas também transpor as paredes da sala de aula, a fim de facilitar a tomada de decisões nas diferentes situações do cotidiano. Vale ressaltar, ainda, com base neste PE, que os professores ou pessoas interessadas em inovação, podem criar novas atividades no aplicativo *Blender*, com aplicação no ensino da física. Além disso, o PE desenvolvido para este trabalho, estará disponível para que outros professores de física o utilizem em suas aulas, dentro das temáticas expostas aqui.

REFERÊNCIAS

Base Nacional Comum Curricular: Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_110518_versaofinal_site.pdf> acesso em: 02/04/2020.

BISCUOLA, Gualter José; et al. **Física**/1.ed-são Paulo: Saraiva,2010.

BONJORNO/**física completa: volume único**/Regina Azenha Bonjorno-2 ed-São Paulo: FTD, 2001.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacional para o Ensino Médio (PCNEM): **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília. MEC, 2000

BRASIL, MEC – **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, 1999. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>, acesso em: 29/07/ 2019.

BRASIL, MEC – **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio**, 1999.

BRASIL, Ministério da educação e do Desporto. PCN+ Ensino Médio: **Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC,2002.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais.-Brasília: MEC/SEF,1998. 436p.

CALAZANS,J.(Org.). **Iniciação científica: construindo o pensamento crítico**. São Paulo: Cortez,2002.

CAMPOS. / **Psicologia da aprendizagem** /Dinah M. de S.. Petrópolis: Vozes 1983

DANTE, Luiz Roberto/**Matemática: contexto & aplicações**/Luiz Roberto Dante.- 2.ed.-São Paulo:Atica,2013.

DELIZOICOV, ANGOTTI/ **Física**/ Demétrio Delizoicov, José André Peres Angotti – São Paulo: Cortez, 1992 – 2. ed. rev. 181 p.

DOCA, / **física 1** / Ricardo Helou Doca, [et al.] – 2. ed, - São Paulo: Saraiva, 2013.

Educação é a Base- Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>> acesso em: 15/02/2019.

Física- Infoescola. Disponível em: <www.infoescola.com/fisica/> acesso em: 07/11/ 2018.

FURTADO, Blender/download/ tech tudo, por Teresa Furtado. Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/blender>>. Acesso em: 22/07/2019.

HALLIDAY; RESNICK; WALKER, **Fundamentos de física, volume I : mecânica** / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker ; tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. - Rio de Janeiro : LTC, c 2012.

Lançamento obliquo: Disponível em:
<[https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lançamento obliquo.htm](https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lançamento_obliquo.htm)> Acesso em:
02/07/2019.

MOROZ, GIANFALDONI, Mônica Helena T. Alves./ **O processo de pesquisa: iniciação.**/ 2ª ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2006.

Plano Inclinado. Disponível em: <www.google.com/search?q=PLANO+INCLINADO> acesso em 23/05/2019.

Plano inclinado - cola da web. Disponível em:<www.coladaweb.com/fisica/mecânica/plano>acesso em 30/05/2019.

Plano Inclinado" em Só Física. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2019 disponível em: < www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica > acesso em: 28/06/2019.

MOREIRA /Aprendizagem significativa: **a teoria e textos complementares**/ Marcos Antônio Moreira-São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NASCIMENTO/**Repensando o ensino da Física no ensino médio** / Tiago Lessa do Nascimento. Fortaleza, 2010. 61 p.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés/**Curso de física básica, 1: mecânica** / H. Moysés Nussenzveig. – 5. Ed. – São Paulo: Blucher, 2013. 396 p.

O que esperar dos novos livros didáticos alinhados à BNCC. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18840/o-que-esperar-dos-novos-livros-didaticos-alinhados-a-bncc>. Acesso em 21/07/2020.

Secretaria de educação básica: Disponível em: < portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 13 dezembro 2018.

SILVA, **Física e a Matemática**; por Marcos Aurélio da Silva. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/fisica-matematica.htm>> acesso em: 15/02/2019.

SOUZA /**Um olhar sobre o ensino de física na perspectiva do Enem**/ Luciano Pacheco de Souza, – São Cristóvão-SE : UFS, 2014, 94. p.

SPEROTTO, FREITAS. Instituto de matemática, estatística e física/**notas de aula de geometria analítica**: vetores/Fabiola Aiub Sperotto; Daiane Silva de Freitas. Rio grande do Sul: Furg, 2017.

WINTERLE/**vetores e geometria analítica**/Paulo Winterle. São Paulo – SP: Makron books, 2000.