



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - MNPEF**

**CHARLES DA COSTA CUNHA**

**JOGO ELETRÔNICO “PÉ NO FREIO”: VÍDEO GAME COMO MÉTODO  
INTERDISCIPLINAR DE ENSINO DE CINEMÁTICA E EDUCAÇÃO NO TRÂNSITO**

**TERESINA  
2024**

**CHARLES DA COSTA CUNHA**

**JOGO ELETRÔNICO “PÉ NO FREIO”: VÍDEO GAME COMO MÉTODO  
INTERDISCIPLINAR DE ENSINO DE CINEMÁTICA E EDUCAÇÃO NO TRÂNSITO**

Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na linha de pesquisa Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Alexandre de Castro Maciel

**TERESINA  
2024**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Sistema de Bibliotecas UFPI - SIBi/UFPI  
Biblioteca Setorial do CCN

C972j Cunha, Charles da Costa.  
Jogo eletrônico “Pé no freio”: vídeo game como método disciplinar de ensino de cinemática e educação no trânsito / Charles da Costa Cunha. – Teresina, 2024.  
111 f. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Piauí. Centro de Ciências da Natureza. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2024.  
“Orientador: Prof. Dr. Alexandre de Castro Maciel”.

1. Física - Estudo e Ensino. 2. Aprendizagem significativa. 3. Cinemática. 4. Ensino médio. I. Maciel, Alexandre de Castro. II. Título.

CDD 530.7

Bibliotecária: Caryne Maria da Silva Gomes - CRB3/1461



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI**  
**Pró-reitoria de Ensino de pós-Graduação - PRPG**  
**Coordenadoria Geral de Pós-Graduação - CGP**  
**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF – Polo 26 UFPI**  
**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado**  
**DE CHARLES DA COSTA CUNHA**

Às nove horas do dia vinte e dois de agosto de dois mil e vinte quatro, reuniu-se no auditório do Departamento de Física da UFPI a Comissão Julgadora da dissertação intitulado "JOGO ELETRÔNICO "PÉ NO FREIO": VÍDEO GAME COMO MÉTODO INTERDISCIPLINAR DE ENSINO DE CINEMÁTICA E EDUCAÇÃO NO TRÂNSITO" do discente Charles da Costa Cunha, composta pelos professores nome completo do orientador (orientador, UFPI), Hans Anderson Garcia Mejia (UFPI) e Janete Batista de Brito (UESPI) para a sessão de defesa pública do citado trabalho, requisito para a obtenção do título Mestre em Ensino de Física. Abrindo a sessão o Orientador e Presidente da Comissão, Prof Alexandre de Castro Maciel, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares da defesa da Dissertação, passou a palavra ao discente para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos membros da Comissão Julgadora e respectiva defesa do discente. Nesta ocasião foram solicitadas correções no texto escrito, as quais foram acatadas de imediato. Logo após, a Comissão se reuniu, sem a presença do aluno e do público, para julgamento e expedição do resultado final. O aluno foi considerado APROVADO, por unanimidade, pelos membros da Comissão Julgadora, à sua dissertação. O resultado foi então comunicado publicamente a discente pelo Presidente da Comissão. Registrando que a confecção do diploma está condicionada à entrega da versão final da dissertação à CPG após o prazo estabelecido de 60 dias, de acordo com o artigo 39 da Resolução No 189/07 do CONSELHO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO DA UFPI. Nada mais havendo a tratar, o Presidente da Comissão Julgadora deu por encerrado o julgamento que tem por conteúdo o teor desta Ata que, após lida e achada conforme, será assinada por todos os membros da Comissão para fins de produção de seus efeitos legais. Teresina-PI, 22 de agosto de 2024.

Documento assinado digitalmente  
 **ALEXANDRE DE CASTRO MACIEL**  
Data: 22/08/2024 11:22:13-0300  
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

*Prof. Alexandre de Castro Maciel (UFPI)*

Documento assinado digitalmente  
 **HANS ANDERSON GARCIA MEJIA**  
Data: 22/08/2024 11:22:09-0300  
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

*Prof. Hans Anderson Garcia Mejia (UFPI)*

Documento assinado digitalmente  
 **JANETE BATISTA DE BRITO**  
Data: 22/08/2024 11:00:22-0300  
Verifique em <https://validar.jf.gov.br>

*Profª. Janete Batista de Brito (UESPI)*

Dedico este trabalho a minha querida e amada esposa Polyane Severiana, meus filhos Gabriela, Guilherme e Arthur e a minha mãe Ivoneide.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde e sabedoria para seguir sempre em frente. Obrigado por ser a minha força e o meu guia em todos os momentos. A ti, Senhor, toda honra e toda a glória.

À minha linda esposa Polyane Severiana, que de uma forma muito especial, sempre me deu força, apoiando-me sempre, principalmente nos momentos de maiores dificuldades, sua empatia, compressão e amor que me impulsionaram.

Aos meus filhos Gabriela, Guilherme e Arthur, que iluminam minha vida de forma especial e me dão motivos para continuar sempre buscando oferecer o melhor de mim.

De maneira especial, a minha mãe, a quem agradeço por minha existência e a forma como ela me ensinou a ver a vida.

A minha irmã Shirley Cunha, quem sempre me ajudou e acreditou em mim.

Aos meus sogros Sr. Acelino Aquino e Sra. Antônia Severiana, por serem alicerces na minha vida.

Aos meus amigos, e colegas de mestrado, cuja parceria foi fundamental na superação dos desafios interpostos.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) e à CAPES, através do Programa de Pós-Graduação em ensino de Física, possibilitou o conhecimento das teorias de aprendizagem, a discussão e análise de diferentes métodos de ensino, além da avaliação das técnicas, adquiridas ao longo da formação e da atuação profissional, através da comparação crítica com os novos conhecimentos apresentados.

Ao professor e amigo de infância Dr. Alexandre de Castro Maciel, que teve toda a paciência para me ensinar a linguagem de programação Python, por me orientar neste trabalho e me incentivar em todos os momentos, tornando possível a conclusão desta dissertação, e que, com a sua gentileza, sempre souber despertar a melhor visão para a minha pesquisa.

A todos queridos professores do MNPEF, pelas importantes e decisivas contribuições para a realização deste trabalho e saberes adquiridos.

*“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”*

*Walter S. Landor*

## RESUMO

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um software utilizando a linguagem de programação Python, junto com a biblioteca *Pygame*, sendo utilizada para orientação sobre conteúdos abordados no dia a dia na área de acidente de trânsito para servir como ferramenta de instrução por meio da qual professores possam trabalhar conteúdo da Física com uma linguagem mais adequada fazendo uma conexão com outras áreas do saber, sendo, portanto, uma alternativa de superação da abordagem disciplinar que tradicionalmente tem sido adotada nas escolas de Ensino Médio da rede privada e pública brasileira. A proposta deste software é trabalhar em sala, com o auxílio da tecnologia, com termos como: espaço, tempo, velocidade, aceleração, tempos de reação, distância percorrida no processo de frenagem, distância total percorrida do momento da visualização do veículo até atingir o repouso final, entre outros. Ademais, a compreensão do conhecimento, da motivação e da interação entre eles, a criatividade tem potencial para se tornar um sujeito envolvido no processo, para ser um ser crítico e ativo na construção do próprio conhecimento para obter uma aprendizagem significativa. Esse trabalho tem como objetivo geral, a produção de um software para aplicação dos conhecimentos de Física aplicados na educação no trânsito, proporcionando aos alunos do Ensino Médio, oportunidade de desenvolvimento de competências e habilidades em cinemática e, como objetivos específicos 1) identificar conhecimentos prévios dos alunos a respeito de cinemática; 2) sugerir um estudo para discussão sobre tempo de reação, distância percorrida na frenagem e distância total percorrida do momento da visualização do veículo até o momento do repouso final, levando em conta os resultados do diagnóstico sobre os conhecimentos prévios; 3) apresentar os resultados obtidos com a utilização do software pelo alunos considerando a Aprendizagem Significativa de Ausubel; 4) Examinar a aprendizagem dos alunos que participaram do jogo intitulado Pé no freio; 5) Desenvolver um produto educacional que compreenda a aplicação do jogo no ensino e aprendizagem de cinemática. Será escolhida uma escola particular e uma da rede estadual da capital Teresina. Para avaliar o conhecimento prévio dos alunos e as dificuldades de aprendizagem relacionadas à cinemática, os instrumentos iniciais de coleta de dados consistiram em um questionário semiestruturado que incluía questões objetivas e subjetivas pelos alunos. As contribuições teóricas de Moraes e Galiuzzi (2007, 2011, 2016) na forma de Análise Textual Discursiva (ATD) serviram de base para análise e discussão dos dados. As conclusões do estudo revelaram que a aplicação do software, jogo intitulado pé no freio, têm desempenhado um papel vital no despertar do interesse, motivação, imaginação e promoção da aprendizagem interativa, resultando num progresso educacional evidente e substancial entre os alunos.

**Palavras-chave:** Física. Ensino Médio. Cinemática. Jogo pé no freio. Programação. Python. Aprendizagem significativa.

## ABSTRACT

This work proposes the development of software using the Python programming language together with the Pygame library being used for guidance on content covered on a daily basis in the area of traffic accidents to serve as an instructional tool through which teachers can work on content of Physics with a more appropriate language making a connection with other areas of knowledge, therefore being an alternative to overcoming the disciplinary approach that has traditionally been adopted in Brazilian private and public high schools. The software's proposal is to work in the room, with the help of technology, with terms such as: space, time, speed, acceleration, reaction times, distance covered in the braking process, total distance traveled from the moment the vehicle is viewed until reaching the final rest, among others. Furthermore, understanding knowledge, motivation and the interaction between them, creativity has the potential to become a subject involved in the process, to be a critical and active being in the construction of one's own knowledge to obtain meaningful learning. This work has as its general objective the production of software for the application of Physics knowledge applied in traffic education, providing high school students with the opportunity to develop skills and abilities in kinematics and, as specific objectives 1) identify prior knowledge of students regarding kinematics; 2) suggest a study for discussion on reaction time, distance traveled when braking and total distance traveled from the moment the vehicle is viewed until the moment of final rest, taking into account the results of the diagnosis on prior knowledge; 3) present the results obtained with the use of the software by students considering Ausubel's Meaningful Learning; 4) Examine the learning of students who participated in the game called Pé no brake; 5) Develop an educational product that understands the application of the game in teaching and learning kinematics. A private school and one from the state network in the capital Teresina will be chosen. To assess students' prior knowledge and learning difficulties related to kinematics, the initial data collection instruments consisted of a semi-structured questionnaire that included objective and subjective questions by students. The theoretical contributions of Moraes and Galiazzi (2007, 2011, 2016) in the form of Discursive Textual Analysis (DTA) served as the basis for data analysis and discussion. The conclusions of the study revealed that The application of the software, a game called Foot on the Brake, has played a vital role in sparking interest, motivation, imagination and promoting interactive learning, resulting in evident and substantial educational progress among students.

**Keywords:** Physics. High school. Kinematics. Foot on the brake game. Programming. Python. Meaningful learning.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagem mostra a utilização da biblioteca Pygame .....	25
Figura 2 – Ilustração de um corpo em movimento .....	39
Figura 3 – Atuação das leis de Newton em acidente de trânsito.....	42
Figura 4 – Vetores representando força de atrito na roda e no chão .....	45
Figura 5 – Marcas de frenagem na superfície asfáltica.....	46
Figura 6 – Vetores representando força peso, normal e atrito .....	47
Figura 7 – Diagrama dos estados e sinais da máquina de estados finita utilizado no jogo .....	53
Figura 8 – Tela de começo de nível .....	54
Figura 9 – Telas do jogo: a) condição inicial de um nível, mostrando apenas o carro do jogador no centro da tela em amarelo e o carro de trás em verde; b) tela de perda de vida por ter acionado o freio antecipadamente; c) tela de perda de vida por ter colidido com o carro vermelho da frente; d) tela de perda de vida por ter colidido com o carro verde de trás. ....	56
Figura 10 – a) A bandeira de chegada sendo exibida. b) A tela de passagem de nível .....	57
Figura 11 – Tela de Fim de Jogo.....	59
Figura 12 – Arquivos necessários para a execução do jogo: a) arquivo executável do jogo e os diretórios de dados e imagens; b) conteúdo do diretório data; e c) conteúdo do diretório imagem.....	65
Figura 13 –Tela de início do jogo “Pé no Freio!” .....	66
Figura 14 – Apresentação e diálogo com os alunos sobre conceitos de cinemática.	67
Figura 15 – Resposta dos alunos para 1ª questão do pré-teste.....	67
Figura 16 – Resposta dos alunos para 2ª questão do pré-teste.....	68
Figura 17 – Resposta dos alunos para 3ª questão do pré-teste.....	68
Figura 18 – Resposta dos alunos para 4ª questão do pré-teste.....	69
Figura 19 – Resposta dos alunos para 5ª questão do pré-teste.....	69
Figura 20 – Resposta dos alunos para 6ª questão do pré-teste.....	70
Figura 21 – Resposta dos alunos para 7ª questão do pré-teste.....	70
Figura 22 – Resposta dos alunos para 8ª questão do pré-teste.....	71
Figura 23 – Resposta dos alunos para 9ª questão do pré-teste.....	71
Figura 24 – Resposta dos alunos para 10ª questão do pré-teste.....	72

Figura 25 – Aplicação do jogo “Pé no Freio!” .....	74
Figura 26 – Alunos realizando o pós-teste .....	74
Figura 27 – Resposta dos alunos para 1ª questão do pós-teste .....	75
Figura 28 – Resposta dos alunos para 2ª questão do pós-teste .....	76
Figura 29 – Resposta dos alunos para 3ª questão do pós-teste .....	76
Figura 30 – Resposta dos alunos para 4ª questão do pós-teste .....	77
Figura 31 – Resposta dos alunos para 5ª questão do pós-teste .....	77
Figura 32 – Respostas às questões subjetivas .....	78

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de estados e sinais da máquina de estados finitos .....	52
Tabela 2 – Valores das velocidades iniciais e distância percorrida durante o processo de frenagem para os diferentes níveis .....	58

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1	O ensino de física.....	17
2.2	Novas tecnologias e educação para o século XXI.....	18
2.3	Linguagem de programação Python.....	20
2.4	Python como ferramenta de ensino.....	21
2.5	O módulo Pygame .....	23
2.6	Aprendizagem significativa: uma visão geral .....	25
2.7	Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa .....	32
2.8	Organizadores prévios.....	35
2.9	Contribuições da aprendizagem significativa de Ausubel no ensino de mecânica .....	37
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	39
3.1	Movimento em uma dimensão.....	39
3.2	Leis de Newton e o processo de frenagem .....	42
3.3	Força de atrito na frenagem .....	46
3.4	Distância percorrida na frenagem.....	47
3.5	Variação de velocidade .....	48
3.6	Tempo de reação .....	49
3.7	O coeficiente de atrito entre pneus e pista .....	50
3.8	A influência das condições da pista na aplicação da força de atrito.....	51
4	METODOLOGIA.....	52
4.1	A máquina de estados.....	52
4.2	Uma partida do jogo .....	53
4.3	Regras do jogo.....	54
4.4	Caracterização da pesquisa e campo empírico .....	59
4.5	Participantes da pesquisa .....	61
4.6	Instrumentos de produção de dados.....	62
5	RESULTADOS.....	64
5.1	Software e uso do laboratório de informática como ferramentas para aprendizagem de cinemática.....	64

5.2	Pós-teste: observações acerca da aprendizagem significativa de David Ausubel .....	73
6	CONCLUSÕES .....	81
	REFERÊNCIAS .....	83
	APÊNDICE A – ROTEIRO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	
	93	
	APÊNDICE B – PRÉ-TESTE .....	104
	APÊNDICE C – PÓS-TESTE .....	105
	APÊNDICE D – MANUAL DO JOGO .....	106

## 1 INTRODUÇÃO

Mesmo com a crescente evolução das novas tecnologias educacionais, como quadro digital, por exemplo, a física continua sendo ensinada, na maioria das escolas do nosso país, por meio de métodos tradicionais, sem deixar de lado pincéis, quadro e livro didático. Em função desse comportamento, cresce a apatia dos estudantes pela matéria, pois, nessa conjuntura, o aspecto que mais se destaca é a abordagem matemática, com um formalismo que distancia o aluno da disciplina e o impede de compreender os princípios físicos mais importantes. A relação existente entre a física ensinada em sala de aula e essas novas tecnologias é vasta, mas pouco explorada.

Não é, no entanto, objetivo deste trabalho explorar as causas desse fenômeno, mas apresentar estratégias que apontem ao aluno um caminho alternativo e que possam fazê-lo compreender mais rapidamente o conteúdo. Com isso, utilizaremos uma noção de que relacionar conhecimentos da sala de aula com a realidade dos alunos é um pré-requisito necessário à sua formação, tornando-os mais conscientes e participativos do seu papel na comunidade global, onde a ciência e a tecnologia prevalecem.

Uma das novas tecnologias que pode ser usada como ferramenta para facilitar a compreensão dos alunos é a introdução da linguagem Python na educação. Esta linguagem é de fácil acesso, aprendizagem e ampla aplicação em diversas áreas do conhecimento, como programação de jogos e inteligência artificial, além de permitir que alunos criem programas com o objetivo de resolver problemas do mundo real. A utilização da linguagem Python na educação é capaz de promover habilidades de resolução de problemas, pensamentos computacionais e criativos, que podem ajudar os alunos a entenderem melhor conceitos matemáticos e científicos.

O uso da linguagem Python no ensino de física tem se mostrado uma ferramenta que pode ser utilizada para ajudar os alunos a compreenderem com mais facilidade os conceitos da disciplina de forma mais dinâmica, além de mostrar como as leis da Física se aplicam a determinadas situações, tornando o aluno capaz de realizar simulações e visualizações de fenômenos físicos.

Neste trabalho de dissertação, apresentamos como produto educacional um *software* criado pelo autor, com auxílio do seu orientador, para o ensino de mecânica a partir da análise de acidentes de trânsito, utilizando a linguagem Python.

Complementando o desenvolvimento do software, foi aplicado o conceito de máquina de estado, este conceito é amplamente utilizado em diversas áreas da ciência da computação e engenharia, como projeto de circuitos digitais, programação de software, automação e teoria computacional (Miranda, 2014). A máquina possui alguns componentes que organizam seu funcionamento, como: o conjunto finito de estado que uma máquina pode estar, como também um conjunto de eventos ou sinais externos que causam uma mudança de estado para outro, além da transição que determina como a máquina pode mudar de estado para outro, o estado inicial, que é o estado que a máquina começa a funcionar, e por fim, os estados de aceitação que é usada para reconhecimento de padrões (Alavi; Aliaga; Murga, 2016).

O software será aplicado em sala de aula, preferencialmente no laboratório de informática, com alunos do ensino médio e superior, como estratégia de ensino, usando recursos tecnológicos que auxiliem no ensino de mecânica para melhor compreensão dos alunos. Durante a aplicação do software será observado o comportamento de um veículo ao percorrer um trecho retilíneo onde será acionado apenas o freio para evitar a colisão com o veículo a sua frente e a sua traseira. Toda essa discussão irá se ancorar na Aprendizagem significativa de Ausubel (1978, 1980, 2000, 2003).

Do ponto de vista metodológico, nos posicionamos na abordagem qualitativa, denominada por Bogdan e Bikle (1994, p. 17) de naturalista, que justificam o termo pelo fato de o investigador se fazer presente nos locais em que naturalmente serão realizadas as observações dos fenômenos almejados, permitindo-lhe construir um repertório significativo para a sua pesquisa

A investigação qualitativa é fundamental nesta geração interconectada, em que as inter-relações se aprofundam por meio de ações, interações que compõem nosso mundo fenomênico. Ela proporciona um compartilhamento de conhecimento e aprimora a forma como as pessoas veem a si mesmas e o mundo ao seu redor, pois permite aos sujeitos responderem de acordo com a sua perspectiva pessoal.

O tipo de pesquisa adotada foi a pesquisa-ação. Essa abordagem tem por finalidade possibilitar aos sujeitos da pesquisa, tanto participantes quanto pesquisadores, os meios para conseguirem responder aos problemas que vivenciam com maior eficiência, baseando-se em uma ação transformadora. Ela facilita a busca de soluções de problemas por parte dos participantes, aspecto que a pesquisa convencional tem pouco alcançado (Thiollent, 1985).

No ensino como pesquisa, tem-se um ambiente inovador, participativo, onde o professor e aluno são sujeitos capazes de inovar e de produzir conhecimento, tendo o professor o papel de mediador, articulador crítico e criativo do processo pedagógico, instigando o aluno a “aprender a aprender”, centrando no ensino com pesquisa, tornando o aluno corresponsável pela sua aprendizagem, provocando assim a sua autonomia, num processo de avaliação contínua.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 O ensino de física

O modelo de ensino utilizado atualmente nas aulas de Física em muitas escolas do Brasil ainda é tradicional, focando principalmente na transmissão do conhecimento por meio de livros didáticos. Essa abordagem limita a interação entre professor e aluno, limitando as oportunidades de conectar conceitos físicos às experiências cotidianas dos alunos. Como resultado, isso pode gerar um sentimento de alienação e desinteresse pelos assuntos ministrados em sala de aula e pela disciplina como um todo (Lazzarotto, 2020).

Os métodos atuais de ensino de física em sala de aula são estritamente tradicionais e desconectados dos aspectos tangíveis e perceptíveis da vida cotidiana. Assim, os objetivos de ensinar e compreender efetivamente as ciências físicas permanecem desafiadores. Essa situação preocupante não mudou, apesar da assistência técnica aos educadores. Especificamente, o ensino de física no ensino médio não tem acompanhado os avanços, afastando os alunos do universo do conhecimento científico (Vianna; Oliveira; Gerbassi, 2007).

O ensino e aprendizagem de física pode ser facilitado utilizando o conhecimento prévio do aluno, adquirido em séries anteriores, e a sua vivência no mundo atual. Considerando o atual momento tecnológico que estão inseridos e o fato de os alunos dominarem dispositivos móveis e computadores, utilizando os aparelhos para diversas funções, além do progresso científico e tecnológico verificado nos últimos anos, é perceptível um interesse crescente dos jovens em explorar o domínio da ciência. A Física, em particular, tem desempenhado um papel significativo no fomento dessa curiosidade (Vianna; Oliveira; Gerbassi, 2007).

O conhecimento e entendimento da Mecânica, parte da Física que estuda os movimentos e que, para muitos, parecem tão complexos e matematizados, estão disponíveis no celular ou computador, e podem ser acessados virtualmente sem o uso de internet em um laboratório de ensino de física ou numa sala de aula durante a apresentação do conteúdo pelo professor sobre o determinado assunto. Os alunos poderão aprender mais se o uso for bem orientado por meio de um planejamento prévio, como observou David Ausubel, que diz que, quanto mais conhecimento acumulamos, maior é a nossa capacidade de aprendizado.

A organização da Física no ensino médio é projetada para desenvolver e aprimorar as habilidades investigativas dos alunos, fomentando sua curiosidade sobre o mundo em que habitam. Isso os encoraja a fazer perguntas e desenvolver ideias, pois, sendo uma disciplina científica, permite explorar os mistérios do mundo natural. Ela fornece informações sobre a natureza da matéria, tanto no nível macroscópico, observável a olho nu, quanto no nível microscópico do átomo (Antonowiski; Alencar; Rocha, 2017). Em resumo, a aversão de muitos alunos às exposições físicas pode ser atribuída a vários fatores. Em primeiro lugar, decorre das deficiências persistentes da educação pública ao longo dos anos. Além disso, um número considerável de estudantes em nosso país não demonstra interesse em adquirir conhecimento. Por fim, a forma como o conhecimento é transmitido em sala de aula também contribui para essa aversão.

Conforme afirmado por Veiga *et al.* (2017), é crucial que os alunos conectem sem esforço o que aprendem em sala de aula com seu ambiente sociocultural. Por exemplo, quando um aluno do ensino médio está em um veículo em movimento e em determinado momento o condutor do veículo tem a necessidade de acionar os freios bruscamente, fazendo com que o automóvel percorra uma determinada distância, situação conhecida como distância de frenagem, que é a distância que o veículo percorre do momento em que o condutor aciona os freios até a parada completa do veículo, possivelmente ele já terá alguns conceitos formados com base naquilo que aprendeu em sala de aula sobre mecânica, velocidade, distância e coeficiente de atrito, e provavelmente é capaz de associar a distância percorrida na frenagem com as condições do tempo, estado dos pneus, estado do sistema de freios, tipo de freios, entre outros.

## **2.2 Novas tecnologias e educação para o século XXI**

O ensino de física está em aperfeiçoamento contínuo e conta com uma estrutura que permite ao professor estar perfeitamente sincronizado com o processo de ensino, tornando-o um educador moderno e ao mesmo tempo inovador, capaz de utilizar as ideias de pesquisadores que têm contribuído para o aperfeiçoamento do ensino de física.

Hoje temos as TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação), que podem auxiliar no processo de ensino através da mídia disponível atualmente (telefones

celulares, tablets, aplicativos, computadores, televisões, internet, exibição de dados, *whiteboards* interativos, videoconferência, etc.), proporcionando ampla comunicação, conhecimento e melhor interação entre educandos e educadores dentro e fora da sala de aula.

A educação nacional tem demonstrado grande interesse na implementação das TICs. Vários softwares e aplicativos são criados e usados em todo o mundo – daí o termo “internacional”. Ensinar, seja em diversas áreas, de forma presencial ou por meio da tecnologia, apresenta uma variedade de desafios. Como comentado por Veit e Teodoro (2001), o ensino de física é o foco de muitos desses recursos.

A utilização das novas tecnologias de informação e comunicação no ensino, especificamente a internet e os softwares educacionais, tem sido alvo de grande interesse, tanto para o ensino presencial quanto para o ensino aberto e a distância. Esse não é um fenômeno nacional; pelo contrário, a maior parte dos países desenvolvidos e em desenvolvimento tem programas específicos para promover essa utilização. Também não parece ser um fenômeno nacional – pois em Portugal e em outros países europeus também é assim – que a política de incentivo tende a privilegiar a internet como suporte de ensino (Veit; Teodoro, 2001, p.1).

Os elementos virtuais despertaram grande interesse, resultando na popularização das TICs. O ensino, de modo geral, se beneficia com a incorporação desse campo essencial. Crescendo a cada dia como um fenômeno internacional, o campo da Física abrange uma vasta área. Em telefones celulares e PCs (*Personal Computer*, em português computador pessoal), houve avanços em tecnologia e melhorias. As políticas de incentivo à educação sofreram mudanças significativas ao longo do tempo. Essas tendências têm buscado priorizar essas políticas a fim de incentivar a educação dos alunos. O apoio ao ensino através do uso de avanços tecnológicos e inovações pode ser bastante benéfico.

Vale a pena considerar esse incentivo proporcionado pelas TICs, que tem o intuito de modificar o ensino de física e prestar assistência aos educadores. Objetos de aprendizagem foram incorporados ao currículo de física e viabilizaram oportunidades únicas de ensino em sala de aula. A aplicação desses objetos permitiu uma instrução não linear, proporcionando uma abordagem de aprendizado mais envolvente e prática. Os conceitos de física foram apresentados em um arranjo mais exclusivo, com troca ocasional ou eliminação de material para aumentar a retenção. A sociedade é creditada por inventar o computador, fato amplamente reconhecido nos

tempos modernos. A mudança está sendo trazida para a sociedade com um novo potencial para adquirir conhecimento. Outros elementos além de apenas palavras faladas podem ser obtidos. Até agora, está bem estabelecido que a geração mais jovem adota a tecnologia em sua escrita e ensino. Os computadores são ferramentas indispensáveis tanto para estudantes quanto para facilitadores. Moreira (1999) comenta como a cognição pode ser influenciada pela maneira como os recursos tecnológicos são utilizados, destacando a importância de estratégias adequadas no uso dessas ferramentas.

### 2.3 Linguagem de programação Python

Assim que surgiram os computadores, a linguagem binária era a forma como os programadores e as máquinas se comunicavam, através de um sistema representado por 0's e 1's. Desse modo, a linguagem binária era a única linguagem entendida pela máquina, sendo o programador o responsável para adequar a comunicação com a máquina, modificando seu algoritmo em conjunto de dados formado por sequências binárias (Welsh, 2003).

Mais tarde, com a intenção de reduzir as grandes e árduas sequências de comando no sistema de dois algarismos, foi criada a linguagem *assembly*. Com ela, o programador poderia carregar suas informações através de nomes simbólicos que representavam comandos ou mesmo endereços de memórias (Kochan, 2005, p. 6). O programa *assembler* ficou então encarregado de transcrever a linguagem *assembly* para a linguagem binária da máquina.

Quando os computadores foram desenvolvidos pela primeira vez, a única maneira de programá-los era em termos de números binários que correspondiam diretamente a instruções de máquina específicas e locais na memória do computador. Para trabalhar com a máquina em um nível um pouco mais alto, em vez de ter que especificar sequências de números binários para realizar tarefas específicas, a linguagem *assembly* permite que o programador use nomes simbólicos para realizar várias operações e se referir a locais de memória específicos (Kochan, 2005, p. 6).

Na época, a *assembly* foi a linguagem mais próxima da linguagem das máquinas, utilizando os *bits*, *bytes* e o conteúdo de memória. Essa linguagem era considerada ainda de baixo nível. De acordo com Willrich (2000), as linguagens de alto nível surgiram entre as décadas de 1950 e 1960, com o Fortran sendo a primeira

delas. Fortran (*Formula translation*) é uma linguagem de programação criada para facilitar cálculos científicos e matemáticos complexos. Sua principal característica era permitir que um programa escrito nessa linguagem pudesse ser executado em diferentes computadores que suportassem, sem a necessidade de reformular o algoritmo cada vez que fosse utilizado por computadores diferentes (Sebesta, 2011).

Tendo como objetivo facilitar projetos em suas respectivas áreas, novas linguagens de programação foram sendo desenvolvidas com o decorrer do tempo. De acordo com o tempo pode-se observar que muitas das linguagens mais utilizadas hoje são oriundas da Fortran. A linguagem Python, por exemplo, possui características provenientes da Modula e do C++ (Welsh, 2003).

## 2.4 Python como ferramenta de ensino

David Ausubel (1918-2008) realizou um estudo denominado “aprendizagem significativa”, examinando a aquisição de conhecimento prévio por um aluno no que se refere ao seu ambiente cotidiano e a determinados assuntos. Essa compreensão acumulada, segundo Ausubel, acontece naturalmente ao longo da vida. No Brasil, Marco Antônio Moreira (2012), pesquisador da aprendizagem significativa, interpretou o referido conceito de Ausubel (1960) da seguinte forma:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (Moreira, 2012, p. 2).

Ter posse de conhecimento específico sobre determinado assunto é definido como subsunção, conforme Ausubel (2000). Esse conhecimento prévio, trazido pelo próprio indivíduo, possibilita a aquisição de outros saberes. Em computação, alunos que possuem conhecimento em programação utilizando blocos de comandos, por meio dos quais funções como *if*, *else*, *for*, entre outras, são utilizados como comandos de decisão. A partir do momento em que esses alunos passarem para a linguagem escrita (Python, C++, Java), seu subsunção da linguagem em blocos os facilitará no entendimento e descrição na linguagem escrita. Ainda que alguns comandos que não são utilizados com certa frequência possam ser esquecidos com o passar dos tempos,

se o programador precisar vir a utilizá-los novamente, seu processo de reaprendizagem será mais rápido em relação à primeira vez. Dessa forma, a aprendizagem significativa é dita como uma aprendizagem na qual é possível que o indivíduo possa esquecer algum conhecimento. Este esquecimento é residual, ou seja, ele se encontra dentro de um subsunçor que pode ser acessado a qualquer momento.

Diante do atual contexto em que as tecnologias se fazem presentes no cotidiano, o uso de recursos tecnológicos, computadores, tablets e softwares pode vir a ser um grande aliado para o professor, conforme mostram os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1997). Além disso, também é imprescindível que a escola compreenda e incorpore mais as novas linguagens e seus modos de funcionamento, desvendando possibilidades de comunicação (e também de manipulação), e que eduque para usos mais democráticos das tecnologias e para uma participação mais consciente na cultura digital. Ao aproveitar o potencial de comunicação do universo digital, o espaço escolar pode instituir novos modos de promover a aprendizagem, a interação e o compartilhamento de significados entre professores e estudantes (Brasil, 1997, p. 59).

Em relação ao uso dos softwares educacionais, encontra-se nos Parâmetros Curriculares Nacionais a seguinte referência:

Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados” (Brasil, 1997, p. 265).

Há algum tempo, o uso da tecnologia tem sido útil para a comunicação, a interação com as pessoas no trabalho, nas transações econômicas, entre outros. No ambiente da sala de aula, tem se intensificado o uso da tecnologia, entretanto, de forma mais lenta. Por mais que tenha aumentado o uso de projetores, quadros interativos, computadores, tablets e variadas tecnologias livres e privadas para a educação, essa não é a realidade em grande parte das escolas.

O criador da linguagem de programação Python, Rossum (1991), a reproduziu com o objetivo de ser uma linguagem voltada para os leigos em computação. Por conter uma sintaxe intuitiva, os alunos passam a desenvolver sua capacidade lógica e, com isso, podem vir a melhorar o seu aprendizado em física. Com a linguagem

Python, é possível desenvolver algoritmos de cunho simples, a exemplo de equações, expressões numéricas, operações matemáticas básicas, até problemas complexos, como derivadas, integral, números complexos, gráficos aplicando em mecânica, ondas, termodinâmica, entre outros (Marcondes, 2018, p. 10).

## 2.5 O módulo Pygame

De acordo com Neto (2001), os jogos digitais são, sem dúvidas, de vital importância para que crianças e jovens se tornem seres independentes, capazes de se expressarem, realizando experiências e descobertas. Outros pesquisadores, como Silveira (1998), ainda defendem que os jogos educacionais computadorizados são elaborados para divertir os alunos e prender sua atenção, auxiliando no aprendizado de conceitos.

Reconhecendo então que jogos com teor educacional podem auxiliar os alunos no aprendizado e ainda prender a atenção deles, optou-se por utilizar a biblioteca Pygame, disponibilizada gratuitamente, como meio de se introduzir lógica de programação para os alunos do ensino médio, os quais são sujeitos do estudo de caso aqui proposto.

O Pygame é uma biblioteca bastante utilizada para desenvolver jogos em duas dimensões e para aplicações multimídias escritas na linguagem Python, que é uma das linguagens de programação de mais fácil entendimento e uma das mais populares do mundo. Criada por Pete Shinnars em 2000, a biblioteca Pygame surgiu como uma fácil interface para a Simple DirectMedia Layer (SDL), a qual permite aos programadores criarem jogos e simulações de maneira bem simples. O principal objetivo da biblioteca é possibilitar que desenvolvedores se concentrem de maneira efetiva no *design* e na mecânica dos jogos, sem que precisem se preocupar com detalhes técnicos, tais como os gráficos e os áudios processados. Ao passar dos anos, o Pygame passou por inúmeras atualizações e recebeu suporte continuamente de vários desenvolvedores, tornando-se uma das principais escolhas para quem deseja criar com a linguagem Python, em especial em contextos educacionais e de modelos rápidos (Sweigart, 2013).

Uma das maiores vantagens do Pygame é o seu uso simples, que possibilita ao interessado se abstrair de muitos aspectos complexos envolvidos nos desenvolvimentos de jogos. Por exemplo, na plataforma, ao criar um jogo em Pygame,

o desenvolvedor pode facilmente desenhar formas geométricas e manipular imagens, além de sons, que podem ser controlados com apenas algumas linhas de códigos (Rodas de Paz; Howse, 2014).

Além disso o Pygame se integra facilmente com outras bibliotecas Python. É o caso da Numpy, que permite a realização de cálculos matemáticos considerados complexos, e além disso, proporciona maior flexibilidade na criação de simulações comportamentais e físicas (Pygame Contributors, 2024). Nesse sentido, o Pygame é fácil de usar, tanto para iniciantes quanto para programadores experientes.

Além da criação de jogos, o Pygame é utilizado com bastante frequência no ensino de programação, uma vez que oferece um ambiente bem divertido e interativo, para que conceitos diversificados e manipulação de dados sejam inseridos (Sweigart, 2013).

Ao permitir que os alunos vejam imediatamente os resultados visuais dos seus esforços de programação, o Pygame incentiva a experimentação e o pensamento criativo, características importantes no desenvolvimento de programadores qualificados.

Essa abordagem prática é amplamente apoiada por educadores, especialmente aqueles que utilizam o desenvolvimento de jogos como ferramenta para ensinar lógica e algoritmos (Rodas de Paz; Howse, 2014).

No entanto, é importante levar em consideração as limitações que o Pygame apresenta, especialmente quando o comparamos a outras ferramentas que desenvolvem jogos mais robustos, como o Unity ou o Unreal Engine. Enquanto essas plataformas oferecem um suporte de gráficos em três dimensões, e uma ampla lista de recursos avançados, o Pygame é restrito a duas dimensões, e carece de algumas funcionalidades, como física avançada e renderização complexa (Pygame Contributors, 2024). Sob outra perspectiva, sua simplicidade e baixo custo o tornam ideal para projetos menores e modelos rápidos de jogos educacionais, além de ser uma excelente porta de entrada para o mundo dos desenvolvedores de jogos.



Fonte: Do autor.

Na Figura 1, podemos constatar uma interface gráfica de um jogo na plataforma Pygame e verificar a simplicidade dos gráficos, cujo design do cenário reflete uma abordagem minimalista da ferramenta, que prioriza funcionalidade e desempenho, utilizando formas geométricas em vez de efeitos avançados.

## 2.6 Aprendizagem significativa: uma visão geral

No presente estudo, o foco é colocado na utilização da teoria da aprendizagem significativa do psicólogo norte americano David Ausubel (1978, 1980, 2000, 2003). Essa teoria leva em consideração os conhecimentos e conceitos preexistentes dos alunos em relação ao conteúdo específico que está sendo estudado, tendo em vista que o cognitivo do indivíduo se configura em uma estrutura hierárquica de conceitos que representam abstrações da história e de experiências, que necessitam ser valorizadas e compartilhadas em sala de aula, no sentido de ressignificar e ampliar os conhecimentos.

Ausubel (1978) emergiu como uma figura proeminente no campo da teoria cognitiva ao apresentar uma estrutura teórica para o desenvolvimento da aprendizagem significativa. De acordo com essa estrutura, a compreensão dos conceitos é moldada por meio da interação entre novas ideias e o conhecimento existente na mente de um indivíduo. Ao contrário das teorias psicológicas tradicionais, a teoria de Ausubel se concentra principalmente no ambiente de sala de aula e está

mais alinhada com a teoria do ensino. Conseqüentemente, Ausubel enfatiza o papel crucial da interação professor-aluno e do conteúdo que está sendo ensinado na promoção de uma aprendizagem construtiva. Nessa abordagem sistêmica, o aluno assume papel central no processo de aprendizagem, permitindo a consolidação do conhecimento (Lima; Silvano; Sousa, 2018).

Na influente teoria de Ausubel, uma sugestão importante é apresentada em relação ao aprimoramento e à reestruturação do conhecimento existente dos alunos. Esta proposta enfatiza o valor de incorporar conhecimentos prévios ao processo de aprendizagem, o que, por sua vez, destaca a necessidade de os educadores contemplarem novas abordagens educacionais à luz dos avanços tecnológicos e sua integração no ambiente escolar. Essa reflexão é crucial para facilitar experiências de aprendizado agradáveis e impactantes para os alunos.

A aprendizagem, neste contexto, é um esforço multifacetado e cognitivo e, ao mesmo tempo, ativo e individualista. Abrange sensações, pensamentos, ações, descobertas e interesses pessoais. De acordo com o ponto de vista construtivista, a aquisição de conhecimento significativo necessita da identificação e construção dos significados inerentes a esse conhecimento. Sem ação reflexiva, esses significados se tornam sem vida, como expresso por Dewey (1979, p. 166).

Ausubel (1968) propôs uma perspectiva cognitiva que afirma que a mente humana possui um alto grau de organização. De acordo com esse ponto de vista, os conceitos são construídos hierarquicamente e construídos por meio de experiências individuais. A aprendizagem é considerada significativa quando envolve a compreensão, a transformação da informação, o armazenamento e a utilização do conhecimento relacionado ao assunto para identificar padrões que moldam essa transformação.

Segundo Miras (2006), os professores que utilizam a abordagem escolar construtivista estimulam o conhecimento prévio adquirido por meio da experiência pessoal. Isso ajuda os alunos a entender o que eles já sabem e como esse conhecimento funciona em sua situação educacional atual e serve como ponto de partida para a compreensão de novos conhecimentos no contexto da escola.

Compreender certos conceitos em física pode ser um desafio para os alunos. Particularmente, ideias abstratas e não intuitivas tendem a ser as mais difíceis de compreender. Além disso, os alunos muitas vezes lutam ao tentar compreender os processos dinâmicos que são explicados usando representações estáticas, como

diagramas e gráficos. Existem vários fatores que contribuem para essas dificuldades. Por exemplo, novos alunos podem achar difícil estudar conceitos abstratos como matemática e ciências, pois exigem o cultivo do pensamento abstrato. Isso ocorre porque esses conceitos carecem de uma forma tangível, tornando difícil para os alunos conectá-los a elementos do mundo físico ou a termos de uma equação. Como resultado, os indivíduos podem desenvolver apenas uma compreensão superficial do material e lutar para aplicar seus conhecimentos fora da sala de aula.

As aulas de Física em várias instituições educacionais tradicionalmente enfatizam a memorização mecânica de fórmulas e a resolução de problemas, dependendo fortemente de aplicações matemáticas. Infelizmente, em muitos casos, o envolvimento do aluno é limitado a métodos de ensino repetitivos, desconsiderando a importância do questionamento do aluno e do conhecimento prévio no processo de ensino e aprendizagem.

Para compreender verdadeiramente a aprendizagem significativa, é preciso reconhecê-la como um processo fluido e em constante evolução. Esse processo requer o engajamento ativo dos alunos como agentes, levando-os a realizar ações deliberadas que promovam o aprofundamento e a ampliação dos significados que eles constroem por meio de sua participação nas atividades educativas (Valadares; Fonseca, 2011). Conseqüentemente, ao adotar uma abordagem de aprendizagem significativa, o conhecimento prévio dos alunos assume uma importância primordial, desempenhando um papel crucial na jornada educacional de qualquer disciplina científica.

De acordo com a noção de que a clareza, a estabilidade e a organização do conhecimento existente em um determinado domínio influenciam muito na aquisição de novos conhecimentos nesse domínio, é fundamental que os alunos tenham a oportunidade e a liberdade de expressar suas ideias sobre determinado conteúdo de maneira racional e ética, dentro dos limites estabelecidos pelo processo de ensino. Se os professores utilizarem essas ideias como base, seja em oposição ou reforço, isso pode efetivamente facilitar a construção de conceitos (Moreira, 2010, p. 9).

Para que a aprendizagem tenha um verdadeiro significado, ela deve envolver a interação de ideias expressas simbolicamente com o conhecimento existente do aluno de uma forma que seja substancial e deliberada. Quando dizemos substancial, queremos dizer que essa interação vai além do nível literal e superficial. E quando

dizemos deliberado, queremos dizer que não é arbitrário, mas se conecta com o conhecimento relevante que já existe na estrutura cognitiva do aluno.

Para que ocorra uma aprendizagem significativa, é fundamental focar no processo de transformação do conhecimento, em vez de simplesmente observar mudanças de comportamento. Também é importante reconhecer o papel central que os processos mentais desempenham no desenvolvimento. O que distingue as ideias de Ausubel é o seu foco específico na reflexão sobre a dinâmica de aprendizagem e ensino em contexto escolar e se distancia de generalizar ou transferir conceitos e princípios explicativos de outras situações ou contextos de aprendizagem.

A teoria de Ausubel enfoca o aprendizado humano, especialmente o aprendizado que ocorre em ambientes escolares. A denominação "teoria da aprendizagem significativa" afirma, assim, as proposições feitas pelo psicólogo americano sobre o ensino e a aprendizagem nas escolas e critica a aplicação mecânica dos resultados obtidos. Portanto, o uso da produção de vídeos de curta metragem estimula os alunos a se engajarem em uma aprendizagem crítica, reflexiva e motivadora.

A formulação de Ausubel foi uma das primeiras propostas psicoeducacionais a utilizar a perspectiva cognitiva como ponto de referência. Como um cognitivista comprometido, ele propôs um modelo teórico para entender e explicar a aprendizagem, argumentando que a estrutura cognitiva é um fator importante que influencia a aprendizagem e reconhecendo a relevância dos processos mentais nesse desenvolvimento, cuja premissa é a mente humana, apesar de sua considerável complexidade, que apresenta uma hierarquia de organização cognitiva interna e conhecimento conceitual.

O movimento cognitivista, surgido na década de 1950 como uma reação ao behaviorismo norte-americano e ao idealismo europeu, propunha que, além da emissão de estímulos e respostas, também deveriam ser considerados os processos mentais que ocorrem no organismo para que o ser humano possa humanizar o processo de aprendizagem e se tornar uma pessoa proativa. Portanto, de acordo com Moreira (1999, p. 15), “[...] a ênfase deve estar nos chamados processos mentais de nível superior entre a variável de intervenção, cognição, estímulo e resposta [...]”.

Diante do que foi exposto, Ausubel sugere um modelo conceitual que compreende e explica como a aprendizagem humana é processada como uma mudança na forma de compreender o conhecimento e assim reconhece a importância

dos processos mentais neste desenvolvimento. Salvador *et al.* (2000) considera ainda que o entendimento existente da estrutura de pensamento é o mais importante para a compreensão da aprendizagem.

Segundo Moreira (2006), há três formas de aprender em geral: a cognitiva, a afetiva e a psicomotora. Das três, a mais importante para Ausubel é a cognitiva; de acordo com ele, a forma mais eficaz de aprender é a que resulta no armazenamento de informações na mente, e este é o conhecimento adquirido.

A partir disso, a aplicação do jogo teve como objetivo valorizar o modo de pensar dos alunos, com conceitos físicos que estavam relacionados e tinham um significado extra ao que já tinham de conhecimento prévio. Para isso, se fez necessária uma investigação mais apurada, que Ausubel denomina como a aprendizagem com um sentido significativo.

Para Ausubel (1980), toda a psicologia educacional pode ser reduzida a um único princípio, aquele que os alunos já conhecem. Descubra isso e ensine-os de acordo. Claramente, é necessário para uma aprendizagem significativa integrar o material a ser aprendido com os conhecimentos previamente adquiridos pelos alunos, que residem em suas estruturas cognitivas. Para isso, utilizamos um questionário inicial para determinar as habilidades de aprendizagem dos alunos, partindo do conhecimento prévio sobre o assunto de acústica.

De acordo com Moreira (2006), o aprendizado significativo é o processo de uma informação que se relaciona com outros elementos da estrutura de conhecimento do indivíduo e que não é arbitrário ou literal. Nesta etapa, a nova informação entra em contato com uma estrutura de compreensão específica, que Ausubel denomina como “conceito subsunçor” ou, mais genérica, como “subsunçor”, palavra que se encontra na estrutura da mente de quem aprende.

No cerne da teoria de Ausubel está a noção de aprendizagem significativa. Essa teoria postula que a aquisição de uma nova informação ou conhecimento ocorre por meio da interação entre o novo conteúdo e um elemento preexistente na estrutura cognitiva do aluno. Dentre as causas influenciadoras no processo de aprendizagem, o conhecimento prévio detém a maior importância. Durante este procedimento, o novo conhecimento entra em contato com uma forma específica de compreender a realidade, que é chamada de “conceito subsunçor” ou, apenas, ‘subsunçor’, presentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Na teoria da aprendizagem significativa, o conceito de “subsunçor” é responsável por construir uma ponte interativa ou cognitiva entre o que ele já sabe e as novas informações. Através da inclusão preexistente, os alunos podem usar novas informações como âncora, facilitando a aprendizagem significativa, que reduz o mecanicismo e aumenta o significado. A princípio, a ausência de subsunçores dificulta ou inibe os processos de aprendizagem significativa. No entanto, neste caso, Ausubel propõe utilizar organizadores prévios, como um material introdutório, antes de o conteúdo a ser estudado, para abordá-lo de forma genérica. Com isso, os organizadores prévios auxiliarão no aprendizado significativo ao indicar aos alunos informações com as quais já estão familiarizados e que servirão de base para a absorção de novos materiais

Segundo Moreira (2009), existe um processo de reciprocidade, por meio do qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material como ponto de ancoragem, fundindo-o e assimilando-o, mas, ao mesmo tempo, mudando de acordo com esse ponto de ancoragem.

Para Ausubel (1980), o conhecimento significativo é o produto de um processo cognitivo mental ("saber"), envolvendo ideias "logicamente" (culturalmente) significativas associadas à estrutura cognitiva específica de um aluno (ou à estrutura de conhecimento desse aluno) anteriores ("ancorar") a interação entre ideias), e seus "mecanismos" psicológicos para uma aprendizagem significativa ou aquisição e retenção de conhecimento. Por exemplo, na área de cinemática, se o conceito de velocidade já estiver presente na estrutura cognitiva do aluno, ele poderá servir como subsunçor para novos aprendizados, como o conceito de aceleração, possibilitando a compreensão de fenômenos mais complexos, como o movimento uniformemente acelerado e a análise de gráficos de velocidade em função do tempo.

Para que os alunos absorvam efetivamente novas informações, eles devem ter a inclinação e a motivação para conectar esse conhecimento às estruturas cognitivas existentes e aos materiais instrucionais de maneira substancial e proposital. Essa conexão inicial deve ter um significado potencial para o aluno, o que significa que deve ser não apenas relevante, mas também conscientemente integrada às estruturas de conhecimento existentes. Ao estabelecer essa conexão significativa, os alunos serão capazes de apreender conceitos e proposições de maneira coerente e compreensível, resultando em uma compreensão mais clara do assunto que estão estudando. De acordo com Tavares (2016), para aprendizagem significativa de Ausubel, é necessário

material com conteúdo logicamente estruturado; saber se há conhecimento relacionado ao novo conteúdo na estrutura cognitiva do aprendiz; os aprendizes relacionarem o novo conhecimento com o conhecimento prévio a partir de sua predisposição para aprender. Esse processo de ancoragem implica na modificação do subsunçor anterior, podendo torná-lo bem desenvolvido ou subdesenvolvido dependendo da frequência com que ocorra aprendizagens significativas.

Vários tipos de recursos podem ser considerados como materiais potencialmente significativos para os alunos, incluindo livros, aplicativos, textos, vídeos e jogos. Essas ferramentas são essenciais para ajudar os alunos a entenderem e compreenderem o assunto em questão. É altamente recomendável seguir os princípios de organização sequencial ao estruturar o conteúdo. Trata-se de organizar os tópicos de forma a refletir sua interdependência, permitindo uma organização lógica e coerente que facilite a melhor compreensão. Essa abordagem se alinha com a noção de consolidação de Ausubel (2003), que enfatiza a importância de construir sobre o conhecimento prévio antes de introduzir novas informações.

Portanto, a prontidão para aprender requer uma disposição do aluno para se engajar ativamente no processo de aprendizagem, tomando a decisão consciente de estabelecer conexões entre o conhecimento novo e o anterior, modificá-los quando necessário e atribuir significado às informações adquiridas. Em última análise, essa decisão cabe exclusivamente ao aluno (Moreira; Masini, 2006).

Quando ocorre a aprendizagem significativa, os conceitos passam por um processo de desenvolvimento, elaboração e diferenciação por meio de sucessivas interações. Inicialmente, conceitos mais amplos e abrangentes são introduzidos e, à medida que essas interações avançam, as características desses conceitos gradualmente divergem. Este fenômeno é conhecido como diferenciação progressiva. Portanto, é aconselhável que os educadores levem em consideração o princípio da diferenciação progressiva ao projetar o material instrucional. Devem introduzir conceitos mais gerais e inclusivos desde o início, permitindo um refinamento posterior e uma diferenciação gradual à medida que o processo de ensino se desenvolve e se torna mais específico (Moreira; Masini, 2006).

Na busca de criar uma experiência de aprendizado verdadeiramente enriquecedora, a produção e a simulação de vídeos foram empregadas para atender aos três requisitos principais identificados por Ausubel. Ao utilizar essa abordagem, o objetivo é aprimorar a compreensão dos conceitos de Acústica por meio de um

conteúdo envolvente e agradável, além de levar em consideração o conhecimento existente do aluno sobre esses tópicos. O objetivo é despertar a curiosidade do aluno pela física e fomentar a motivação.

No ambiente educacional, a transmissão efetiva de novas informações aos alunos requer uma abordagem hierárquica por parte dos professores. Essa abordagem garante a integração bem-sucedida do conhecimento e dos alunos. Consequentemente, torna-se crucial estabelecer conexões entre os conceitos existentes dos alunos como um aspecto fundamental para promover a aprendizagem e o crescimento significativos. Isso ressalta a importância de apresentar informações em formatos variados para facilitar a compreensão entre os alunos. Esses conceitos são importantes para os educadores, pois impactam diretamente na compreensão dos alunos sobre as ideias fundamentais durante o processo de aquisição do conhecimento (Moreira; Masini, 2006, p. 30).

Enquanto isso, Ausubel, Novak e Hanesian (1980) argumentam contra a noção de categorizar várias formas de aprendizagem dentro de uma estrutura explicativa singular. Em vez disso, eles apresentam um modelo que consiste em duas dimensões para a aprendizagem educacional: aprendizagem receptiva, aprendizagem de descoberta, aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. A abordagem da aprendizagem por recepção envolve a apresentação de informações em seu estado completo, sem a participação ativa do aluno no processo de descoberta. Por outro lado, a aprendizagem por descoberta exige que o aluno explore e descubra ativamente os conteúdos que precisam ser aprendidos antes de integrá-los em sua estrutura cognitiva.

A segunda dimensão, conhecida como aprendizado mecânico ou automático, envolve a aquisição de novas informações que têm conexões limitadas com conceitos existentes dentro da estrutura cognitiva. Como resultado, não há interação entre o conhecimento recém-adquirido e o conhecimento preexistente armazenado na mente. Nesse tipo de aprendizado, as informações são adquiridas de forma literal e arbitrária, sem estabelecer relações de sentido entre as várias fórmulas, leis e conceitos, como visto no campo da Física.

## **2.7 Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa**

Ausubel argumenta que há um espectro contínuo entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica ao invés de uma dicotomia estrita. No ambiente escolar, o aprendizado mecânico é frequentemente visto como a memorização mecânica de fórmulas e conceitos, sem qualquer compreensão significativa ou retenção de ideias e conteúdo. Este tipo de aprendizagem caracteriza-se pela transferência de conhecimentos muitas vezes desvalorizados, uma vez que tendem a ser rapidamente esquecidos pelo aprendente.

Portanto, no domínio da aprendizagem mecânica, o conhecimento não é retido, mas sim transferido. Além disso, embora seja ideal priorizar a aprendizagem significativa, pois auxilia na compreensão de conceitos e na retenção e aplicação do conhecimento, há casos em que a aprendizagem mecânica pode ser vantajosa ou obrigatória, conforme afirma Moreira (2009). Por exemplo, durante as fases iniciais de aquisição de um novo corpo de conhecimento.

Segundo Braathen (2012), a aprendizagem mecânica ocorre quando novas informações são assimiladas de forma aleatória, o que significa que os alunos são obrigados a aprender sem compreender o conteúdo ou o propósito por trás dele. Esse tipo de aprendizagem é puramente literal, na qual os alunos adquirem o conhecimento exatamente como apresentado pelo professor, sem qualquer espaço para interpretações pessoais.

O processo de aprendizagem significativa envolve a integração de novas informações na estrutura cognitiva do aluno. Essa integração muitas vezes ocorre em conjunto com o conhecimento prévio, que consiste nas informações mais pertinentes já presentes na estrutura cognitiva (Braathen, 2012). Segundo Moreira (2011, p. 153), Ausubel conceitua o acúmulo de conhecimento no cérebro humano como uma coleção organizada e hierárquica de conhecimentos preexistentes que interagem dinamicamente uns com os outros.

Portanto, é imperativo reconhecer que a exposição precoce a certas formas de conhecimento durante a infância estabelece as bases para uma aprendizagem substancial subsequente. Isso é particularmente relevante no contexto da acústica, pois os alunos podem encontrar novos conceitos, ideias, proposições, teorias e outras formas de conhecimento. Por outro lado, à medida que o novo aprendizado se desenvolve, as ideias existentes dentro da estrutura cognitiva podem ser identificadas como interconectadas.

Segundo Novak (1980, p. 61), existem quatro benefícios distintos associados à aprendizagem significativa em comparação com a aprendizagem mecânica.

- a) O conhecimento obtido é preservado por um período prolongado.
- b) Como resultado da assimilação das informações, há uma ampliação na divergência de conceitos que funcionaram como fundamentos. Essa amplificação subseqüentemente aumenta a capacidade de facilitar efetivamente a aquisição de materiais interconectados em futuras experiências de aprendizagem.
- c) A retenção da informação, mesmo depois de assimilada, continua a ter um impacto duradouro no conceito assimilado, bem como no quadro mais amplo de conceitos interconectados.
- d) A vasta riqueza de conhecimentos adquiridos por meio de aprendizado extensivo pode ser efetivamente utilizada em uma ampla gama de novos desafios e ideias.

De acordo com Ausubel, Novak e Hanesian (1980), quando novas informações são conectadas ao conhecimento existente, a aprendizagem significativa ocorre. Essa interação entre o novo material e a estrutura cognitiva já existente resulta na assimilação de antigos e novos significados, levando ao desenvolvimento de uma estrutura mais intrincada e diferenciada. Ausubel identifica três categorias principais de aprendizagem significativa: representacional, conceitual e proposicional. Depois de definir o significado de aprendizagem significativa e suas características fundamentais, ele passa a elaborar essas três categorias.

O conceito de aprendizagem representacional refere-se ao significado por trás de palavras ou símbolos individuais. Ela serve como a forma fundamental de aprendizagem significativa, sobre a qual todas as outras formas de aprendizagem significativa são construídas. Por exemplo, quando um aluno compreende o significado de uma palavra solitária como "onda", isso implica compreender o que essa palavra significa.

Diante do exposto, o passo inicial para a apreensão dos conceitos envolve o aprendizado representacional, pois os conceitos são denotados por símbolos específicos. No caso do exemplo acima, considera-se que o indivíduo adquiriu a compreensão do conceito de onda, uma vez que é capaz de executar dois processos cognitivos, nomeadamente a abstração e a generalização.

O processo de aprendizado proposicional envolve a compreensão do significado das ideias na forma de proposições, em vez de simplesmente compreender o significado de palavras individuais ou combinadas. Como resultado, a aprendizagem proposicional significativa é inerentemente mais complexa em comparação com a aprendizagem representacional e conceitual, pois representações e conceitos podem funcionar como elementos abrangentes dentro do domínio da aprendizagem proposicional.

No entanto, se o aluno for incapaz de estabelecer conexões entre as novas informações e os conhecimentos já armazenados em sua estrutura cognitiva, mesmo quando apresentados a métodos e atividades envolventes destinadas a estimular seu interesse e motivação, o aprendizado resultante ainda estará confinado ao domínio da memorização mecânica.

## **2.8 Organizadores prévios**

De acordo com Ausubel (2003), os organizadores prévios atuam como pontes entre o conhecimento existente e as novas informações, preenchendo a lacuna cognitiva para facilitar a aprendizagem significativa para os alunos. Portanto, é imperativo primeiro organizar e fornecer materiais e recursos introdutórios, permitindo que esses organizadores anteriores estabeleçam uma base para que os alunos desenvolvam conceitos que possam ser aplicados posteriormente em sua jornada de aprendizado. Como os organizadores prévios desempenham um papel crucial na introdução de novos conhecimentos, os educadores frequentemente os empregam na apresentação de novos assuntos, reconhecendo seu potencial como ferramentas pedagógicas valiosas para a transmissão eficaz de novos conteúdos em sala de aula.

Os organizadores prévios servem como materiais introdutórios que possuem um maior grau de abstração, generalidade e abrangência em relação ao novo material que será aprendido. Por causa disso, eles são apresentados antes do material de aprendizagem real e são separados de sumários, que são apresentados no mesmo nível de generalidade (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Com o objetivo de preencher a lacuna de conhecimento e facilitar o aprendizado efetivo do tema acústica, foram criados e simulados vídeos utilizando as ferramentas e técnicas supracitadas. Esses métodos foram empregados para alinhar

o conhecimento existente do aluno com as informações necessárias, aprimorando assim a experiência de aprendizado.

Existem dois tipos distintos de organizadores que podem ser utilizados: organizadores expositivos e comparativos. Um organizador expositivo mantém um relacionamento superior com o novo material que precisa ser adquirido e fornece pontos de referência usando termos com os quais o aluno já está familiarizado. Por outro lado, um organizador comparativo enfatiza as semelhanças e diferenças entre o material que precisa ser aprendido e as informações já armazenadas na estrutura cognitiva do aluno.

O conhecimento prévio em Ausubel supõe na concepção dele e no âmbito do produto educacional. Para iniciar, foi lançado um questionário para aferir os conhecimentos prévios dos alunos acerca da acústica, para mostrar a relação entre os conceitos principais em Ausubel e produção e simulação de vídeos sobre o tema.

A aprendizagem significativa é oriunda da relação do conhecimento prévio e o novo conhecimento, desenvolvidas no produto educacional, estratégias como a exposição de fenômenos sonoros através do simulador PHET, sala de aula invertida, para debates de textos científicos, tornando possível a compreensão, tendo o aluno aferido seu conhecimento prévio, ele pôde por meio da produção e simulação de vídeos, conseguir ultrapassar o conhecimento existente na apreensão do novo conhecimento, constituindo dessa forma o sentido da aprendizagem significativa de Ausubel.

Os organizadores precedentes servem como ferramentas pedagógicas que facilitam a ligação entre o conhecimento que o aluno já possui e o conhecimento que irá adquirir. A utilização deles é necessária porque as ideias já presentes no quadro cognitivo do aluno podem não ter relevância suficiente para estabelecer conexões com novos conceitos. Nesses casos, o organizador precedente atua como um mediador, antecipando ideias preexistentes e preparando-as para o estudo do material subsequente (Ribeiro; Silva; Koscianski, 2012). A utilização de ferramentas prévias de organização no formato textual é amplamente praticada, mas também pode se manifestar em diversos outros meios, como fotografias, gravuras, mapas conceituais, trechos de filmes, debates, dramatizações e demonstrações. Essas diversas formas de apresentação servem como recursos valiosos para facilitar novas experiências educacionais (Moraes, 2005).

O organizador anterior serve como um mediador para facilitar as conexões lógicas entre o novo conteúdo e a estrutura cognitiva preexistente. É importante notar que os organizadores não assimilam informações que carecem de significado (Novak, 1981 citado em Ribeiro; Silva; Koscianski, 2012). Conforme afirmado por Moraes (2005), a utilização de um organizador preexistente oferece várias vantagens, uma das quais é que os alunos são capazes de obter uma compreensão abrangente do material antes de mergulhar em seus componentes individuais. Existem duas categorias principais de organizadores prévios: de natureza expositiva e comparativa.

Quando os alunos são apresentados a um novo assunto, especialmente quando não é familiar ou apenas parcialmente conhecido, os organizadores expositivos são empregados. Esses organizadores servem como uma ferramenta para auxiliar no processo de aprendizagem e facilitar a compreensão.

O segundo tipo de organizador, conhecido como organizador comparativo, é utilizado quando o aluno já está familiarizado com o conteúdo e consegue incorporar novos conceitos ou proposições de forma integrada a conceitos já presentes em sua mente.

## **2.9 Contribuições da aprendizagem significativa de Ausubel no ensino de mecânica**

Ao implementar um jogo eletrônico de forma enraizada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, torna-se aparente a demonstração de uma progressão conceitual significativa entre os alunos. Esta progressão é caracterizada por uma expansão contínua das conexões entre vários conceitos, juntamente com o estabelecimento de uma correlação entre os princípios físicos e o domínio da mecânica (Rizzo, 2022).

De acordo com André, Filho e Junior (2023), a valiosa aquisição das teorias de aprendizado de Ausubel aprimora o ensino agradável e cativante da mecânica. Também serve para diminuir os métodos convencionais de ensino empregados por inúmeros professores de Física, permitindo assim a reelaboração de conceitos por parte dos alunos. Antes que os alunos possam entender completamente novas informações, eles precisam desenvolver as estruturas de conhecimento necessárias. Esse processo deve ser repetido várias vezes à medida que os alunos tentam obter experiência total em um determinado campo. Os professores podem incentivar esse

processo usando tarefas que exigem que os alunos conectem seu conhecimento prévio com as novas informações que estão aprendendo.

Diante do que foi exposto, a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel funciona como uma fonte de conhecimento, na qual o saber preexistente converge e interage com o novo. Essa teoria avança em direção à aprendizagem significativa ao conceituar a sala de aula como um processo dinâmico, que gera significação e constrói conhecimento. Conseqüentemente, serve como uma estrutura de aprendizado que supera a prática profundamente arraigada de aprendizado mecânico, persistente na educação tradicional hoje.

Considerando os fatores mencionados, é fundamental reconhecer que, apesar dos esforços diligentes do professor, outras variáveis fora de seu controle podem impactar significativamente o processo de ensino. Além do impacto substancial de conceitos unificados e abordagens metodológicas adequadas, fatores externos como sociais, ambientais, econômicos e políticas educacionais podem exercer influência. Como afirma Lemos (2011), é imperativo não descuidar a presença de influências que restringem ou confinam a autoridade de decisão e a eficácia do professor.

A extensão da autonomia do professor é questionada por esse fato, levando-nos a pensar na possibilidade de que a natureza do contexto, englobando aspectos políticos, econômicos, sociais e ambientais, possa servir como um terceiro determinante na configuração da organização do material que contém significado potencial. Mesmo o professor mais bem preparado lutará para se destacar em seu papel se os fatores macroestruturais não se prestarem para apoiar e facilitar seus esforços.

É imperativo, portanto, que os educadores empreguem conscientemente os princípios de Ausubel e as suposições de aprendizagem significativa como fundamentos teóricos e práticos para reforçar seus métodos pedagógicos. Isso lhes permitirá facilitar uma mediação mais eficaz da instrução do conteúdo disciplinar, cultivando assim experiências de aprendizagem significativas para os alunos por meio de processos cognitivos, aplicados ao ensino da mecânica (Nacarato; Mengali; Passos, 2009, p. 82).

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Movimento em uma dimensão

O estudo dos fenômenos físicos tem sido uma busca incessante para compreender os padrões e princípios que regem o comportamento do universo ao nosso redor. Nesse contexto, o movimento é um dos tópicos fundamentais da Física clássica, oferecendo percepções valiosas sobre a interação entre matéria e energia. Duas formas de movimento amplamente discutidas são o Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). O movimento ao longo de uma linha reta, isto é, movimento unidimensional.

Figura 2 – Ilustração de um corpo em movimento



Fonte: <https://www.portaldotransito.com>.

O movimento uniforme de satélites em órbita e a descrição de trajetórias de veículos em estradas retas são ocasiões ideais para aplicar o conceito de Movimento Retilíneo Uniforme. O modelo caracteriza uma trajetória em linha reta na qual um objeto mantém sua velocidade constante. Este modelo é simplista e reflete a ausência de forças que possam impactar a velocidade do objeto. O MRU é crucial para compreender situações em que a velocidade permanece inalterada. A viagem do objeto é definida por distâncias iguais percorridas durante intervalos de tempo idênticos. O modelo de análise de um objeto sob velocidade constante pode ser

aplicado a qualquer situação na qual uma entidade que pode ser modelada como um objeto se move com velocidade constante.

Se a velocidade de uma partícula é constante, sua velocidade instantânea em qualquer instante durante um intervalo de tempo é igual à velocidade média durante o intervalo,  $v_x = v_{x,méd} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ . Portanto, começamos com a Equação  $v_{x,méd} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$  para gerar uma equação a ser utilizada na representação matemática dessa situação:

$$v_x = v_{x,méd} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (1)$$

onde que  $\Delta x = x_f - x_i$ , vemos que  $v_x = (x_f - x_i)/\Delta t$  ou  $x_f = x_i + v_x \cdot \Delta t$

Essa equação diz que a posição da partícula é dada pela soma de sua posição original  $x_i$  mais o deslocamento  $v_x \cdot \Delta t$  que ocorre durante o intervalo de tempo  $\Delta t$ . Na prática, geralmente escolhemos o tempo no início do intervalo sendo  $t_i = 0$  e o tempo no final do intervalo,  $t_f = t$ , assim, nossa equação se torna:

$$x_f = x_i + v_x \cdot t \quad (2)$$

para  $v_x$  constante.

Entretanto, grande parte da realidade é caracterizada por variações na velocidade ao longo do tempo. É aqui que o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado se mostra útil, abordando caminhos lineares onde a aceleração permanece constante. Nesse caso, suponha que um objeto se move ao longo de um eixo  $x$  tenha velocidade  $v_{xi}$  no tempo  $t_i$  e velocidade  $v_{xf}$  no tempo  $t_f$ . A aceleração média  $a_{x,méd}$  da partícula no intervalo de tempo  $\Delta t = t_f - t_i$  é definida como a razão  $\Delta v_x / \Delta t$ , em que  $\Delta v_x = v_{xf} - v_{xi}$  é a mudança na velocidade da partícula nesse intervalo de tempo:

$$a_{x,méd} = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t_f - t_i} = \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \quad (3)$$

Em algumas situações, o valor da aceleração média pode ser diferente em intervalos de tempo diferentes. Portanto, é útil definir a aceleração instantânea como o limite da aceleração média conforme  $\Delta t$  se aproxima de zero, de forma análoga à definição da velocidade instantânea:

$$a_x = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{dv_x}{dt} \quad (4)$$

Como  $v_x = dx/dt$ , a aceleração também pode ser escrita:

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d}{dt} \left( \frac{dx}{dt} \right) = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (5)$$

Essa equação mostra que aceleração é igual à segunda derivada da posição em relação ao tempo. No caso de o objeto se deslocar sob aceleração constante, aceleração média em qualquer intervalo de tempo é igual à aceleração instantânea em qualquer instante dentro do intervalo. Por consequência, a velocidade aumenta ou diminui à mesma taxa durante todo o movimento. Objeto sob aceleração constante é um modelo de análise comum que podemos aplicar aos problemas apropriados. Ele é frequentemente usado para situações-modelo, como frenagem de carros.

Se substituirmos  $a_{x,méd}$  pela constante  $a_x$  na equação 3, encontraremos:

$$a_x = \frac{v_{xf} - v_{xi}}{t_f - t_i} \quad (6)$$

Por conveniência, manteremos  $t_i = 0$  e  $t_f$  será qualquer tempo arbitrário  $t$ . Com essa notação, podemos resolver para  $v_{xf}$ :

$$v_{xf} = v_{xi} + a_x \cdot t \quad (7)$$

para  $a_x$  constante.

Considerando a definição de velocidade como:

$$dx = v_x \cdot dt \quad (8)$$

Ao considerarmos  $v_x = v_{xf}$  e realizarmos a integração indefinida em ambos os membros da equação, obtemos:

$$\int dx = \int v_{xf} \cdot dt \quad (9)$$

Após substituirmos  $v_{xf}$  pelo seu valor, encontrado na equação 7, temos:

$$\int dx = \int (v_{xi} + a_x \cdot t) \cdot dt \quad (10)$$

Como  $v_{xi}$  e  $a_x$  são constantes, podemos escrever:

$$\int dx = v_{xi} \int dt + a \int t \cdot dt \quad (11)$$

Integramos, obtemos:

$$x = v_{xi}t + \frac{a_x t^2}{2} + C \quad (12)$$

Para  $t = 0$  e chamando de  $x_i$  a posição nesse instante, obtemos:  $C = x_i$ , com isso, temos:

$$x = x_i + v_{xi} \cdot t + \frac{a_x t^2}{2} \quad (13)$$

Essa aceleração constante produz uma mudança consistente na velocidade, resultando em deslocamento diretamente relacionado à passagem do tempo ao quadrado. Usar os conceitos de espaço e tempo é crucial para analisar o movimento. Enquanto um corpo se move através do espaço em translação, ele também pode vibrar ou girar, resultando em um movimento complexo. Mas, pode-se simplificar o problema desconsiderando temporariamente os movimentos internos e a rotação.

### 3.2 Leis de Newton e o processo de frenagem

Durante o processo de frenagem de um veículo, a força de atrito e as leis de Newton estabelecem uma conexão (Figura 3). As Leis do Movimento, que são a base das leis que governam como os objetos respondem às forças, e a força de atrito, que atua como uma força de resistência entre a superfície de contato de um objeto e sua superfície de suporte, interagem profundamente e afetam a frenagem. Explorar essa interação revela uma melhor compreensão da frenagem.

Figura 3 – Atuação das leis de Newton em acidente de trânsito



Fonte: [www.ciencias.seed.pr.gov.br](http://www.ciencias.seed.pr.gov.br).

A lei da inércia, também conhecida como primeira lei de Newton, afirma que um objeto em repouso permanecerá em repouso, e um objeto em movimento continuará se movendo em linha reta e com velocidade constante, desde que nenhuma força externa seja aplicada a ele ou que a resultante das forças externas seja nula. Com isso, “Todo corpo persiste em seu estado de percurso, ou de

movimento retilíneo uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele” (Nussenzveig, 2002).

Isso significa que os objetos tendem a manter seu estado atual de movimento, seja parado, seja em movimento. Também implica que os objetos requerem a aplicação de uma força para alterar seu movimento. Portanto, se um objeto estiver em movimento e não houver força para se opor a ele, ele continuará se movendo com velocidade e direção constantes. Quando se trata de frenagem, a primeira lei de Newton pode ser observada. Esta lei declara que um objeto permanecerá imóvel ou continuará a se mover em um ritmo constante em linha reta, a menos que seja influenciado por uma força externa. Na situação de um carro em movimento que é comandado para frear, esse conceito é relevante. O automóvel continuará em movimento até que a pressão aplicada nos freios crie uma força de atrito nos pneus e na estrada, diminuindo gradativamente sua velocidade.

A dinâmica tem uma lei fundamental conhecida como segunda lei de Newton: especifica que a força sobre um objeto é igual ao produto de sua massa e aceleração, em que força e aceleração são vetores. Em termos mais simples, a mudança do movimento de um objeto é diretamente proporcional à força aplicada e inversamente proporcional à massa do objeto. Portanto, a força exercida sobre um objeto causará uma aceleração maior se o objeto for menos massivo e uma aceleração menor se o objeto for mais massivo. Esta lei é fundamental para entender a natureza da mecânica e o comportamento dos objetos em movimento. Quando um objeto recebe força, seu momento muda, o que é descrito na segunda lei de Newton. Se você deseja calculá-lo matematicamente, pode utilizar

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \quad (14)$$

, onde  $\vec{F}_R$  significa força resultante aplicada no objeto, “m” indica a massa do objeto e “a” implica a aceleração que ele experimenta.

Entretanto, a equação 14 não definiu o que Newton chamou de quantidade de movimento, que é, segundo o autor, a medida que se origina associadamente da velocidade e massa. Com isso, o momento linear  $\vec{p}$  de uma partícula é o produto de sua massa  $m$  por sua velocidade  $\vec{v}$ :

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (15)$$

De acordo com a equação 15,  $\vec{p}$  é um vetor, e se a massa não varia com o tempo, ou seja, se excluirmos sistemas de massa variável, obtemos, derivando em relação ao tempo ambos os membros dessa equação, a força resultante:

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a} \quad (16)$$

Correspondendo à formulação de Newton da 2ª lei, “A variação do momento é proporcional à força impressa, e tem a direção da força”. Isto é, a força é a taxa de variação temporal do momento (Nussenzveig, 2002). Portanto, esta lei é fundamental na análise do momento linear para a compreensão dos casos de colisão e sua análise em acidentes de trânsito. Ou seja, na ausência de forças externas,  $\vec{F} = 0$ , a derivada do momento linear em relação ao tempo é zero. Assim, o momento linear é constante e conservado.

Durante a frenagem, a aceleração do veículo aponta da direção contrária à da velocidade, graças a uma força oposta aplicada pelos freios, causando uma desaceleração. Para alcançar essa desaceleração, a força de atrito entre os pneus e o solo desempenha um papel vital, convertendo a energia cinética do veículo em calor que é dissipado.

A energia dissipada durante o processo de frenagem de um veículo pode ser relacionada a vários fatores, como a velocidade do veículo, a massa do veículo e a eficiência dos sistemas de frenagem. A energia cinética do veículo é convertida em outras formas de energia, principalmente em calor, através do atrito dos freios. O teorema da energia cinética explica essa transformação devido o sistema mudar de velocidade escalar. Considerando que o veículo se deslocou por uma determinada distância durante o processo de frenagem, podemos expressar a relação da força e a distância utilizando o conhecimento sobre trabalho de uma força, da seguinte maneira:

$$w_{ext} = \int_{x_i}^{x_f} F_R \cdot dx \quad (17)$$

Usando a segunda lei de Newton, substituímos o módulo da força resultante  $F_R = ma$  e então realizamos as seguintes manipulações da regra da cadeia no integrando:

$$w_{ext} = \int_{x_i}^{x_f} ma \, dx = \int_{x_i}^{x_f} m \cdot \frac{dv}{dt} \, dx \int_{x_i}^{x_f} m \cdot \frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} \, dx = \int_{v_i}^{v_f} mv \cdot dv \quad (18)$$

$$w_{ext} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \quad (19)$$

em que  $v_i$  é a velocidade escalar do bloco em  $x = x_i$  e  $v_f$  é sua velocidade escalar em  $x_f$ .

De acordo com a terceira lei de Newton, conhecida como ação e reação, para cada ação, há uma reação correspondente e oposta. Toda ação ( $\vec{F}_{AB}$ ) exercida por um corpo A sobre um corpo B corresponde uma reação exercida por B sobre A, de mesma intensidade e direção ( $\vec{F}_{BA}$ ), mas de sentido contrário (Halliday; Resnick; Walker, 2009).

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad (20)$$

A terceira lei, ilustrada na equação 20, é equivalente a declarar que as forças sempre ocorrem em pares, ou que uma única força isolada não pode existir. Durante a frenagem, os freios aplicam uma força de atrito para diminuir a velocidade do veículo e a estrada exerce uma força de atrito equivalente e inversa nos pneus. Assim, a mesma força que detém o veículo também o impele contra a estrada.

Figura 4 – Vetores representando força de atrito na roda e no chão



Fonte: <https://www.gov.br/inmetro>.

A força de atrito é essencial para a frenagem, pois transforma a energia cinética do veículo em energia térmica dissipada, fazendo com que o veículo desacelere. Deve-se notar, no entanto, que esta força tem suas limitações. De fato, existe uma força de atrito estático entre a estrada e os pneus, que pode ser superada, resultando em travamento das rodas e perda de controle potencialmente perigosa. É por isso que é particularmente importante ter cuidado em superfícies escorregadias onde a resistência ao atrito é diminuída, como em estradas molhadas ou com gelo.

### 3.3 Força de atrito na frenagem

Opondo-se ao movimento relativo entre dois objetos em contato, a força de atrito surge devido à sua interação superficial. Esta força resistiva atua quando há movimento relativo ou tendência de movimento entre os objetos. Geralmente, atua para resistir ao movimento entre eles. A força de atrito tem duas categorias principais: atrito cinético e atrito estático.

Figura 5 – Marcas de frenagem na superfície asfáltica



Fonte: Do autor.

Em relação a força de atrito estática, é necessária uma força externa para superar o atrito estático, que só ocorre quando os objetos não estão em movimento comparados entre si. Até que esta força exceda a força de atrito, os objetos permanecerão em estado de repouso. Finalmente, uma vez atingido o limite, o movimento pode ser detectado. Entretanto, a força de atrito cinético ou dinâmico ocorre quando os objetos estão em movimento um em relação ao outro. Ele atua na direção oposta desse movimento e pode ser diretamente proporcional tanto ao coeficiente de atrito cinético quanto à força normal entre as superfícies dos objetos, que é determinada como:  $\vec{f}_{at} = \mu \cdot \vec{N}$ .

Figura 6 – Vetores representando força peso, normal e atrito



Fonte: <https://www.gov.br/inmetro>.

A magnitude da força de atrito é determinada pela natureza das superfícies em contato, que pode ser medida pelo coeficiente de atrito. Superfícies mais ásperas tendem a ter um coeficiente de atrito mais alto do que superfícies mais lisas. O processo de desaceleração de um objeto em movimento, como um veículo, envolve o papel vital da força de atrito. Essa força é responsável por converter energia cinética em calor, resultando na redução da velocidade do objeto. Para compreender a força de atrito durante a travagem, é necessário analisar mais detalhadamente as suas ações entre a superfície da estrada e os pneus.

Ao iniciar o processo de frenagem, o pedal do freio é acionado pelo motorista e é gerada resistência entre as pastilhas ou sapatas do freio e os discos ou tambores do freio para desacelerar o veículo. A força de atrito resultante atua contra a direção de deslocamento do veículo. Após o início do processo, a energia cinética é convertida em calor devido à força de atrito entre as superfícies de freio. A energia cinética gerada pelo movimento do veículo é convertida em calor, que se dissipa no ambiente, causando a redução gradativa de sua velocidade.

### 3.4 Distância percorrida na frenagem

Para determinar a distância percorrida durante um processo de frenagem, é necessário ter um conhecimento básico das leis da Física que regulam o movimento dos objetos. Tendo isso em mente, há vários fatores importantes a serem considerados no cálculo da distância de frenagem, como o tempo de resposta do motorista (tempo de reação), o coeficiente de atrito entre os pneus e a estrada, o coeficiente de atrito entre a pastilha de freio e o disco, a capacidade de frenagem e a

velocidade inicial do veículo. Através de testes ou consulta aos manuais do carro, pode-se obter a taxa de desaceleração causada pela frenagem. Isto depende do sistema de travagem utilizado pelo veículo, bem como do coeficiente de atrito entre a superfície da estrada e os pneus.

Para obter um valor aproximado da distância percorrida na frenagem é possível utilizar a equação do movimento uniformemente acelerado:  $x = v_{xi} \cdot t + \frac{at^2}{2}$ , onde  $x$  é a distância percorrida na frenagem,  $v_{xi}$  é a velocidade inicial,  $t$  é o tempo no processo e  $a$  é a taxa de desaceleração. Quando se trata de movimento em superfícies com atrito ou processos de frenagem, a relação entre aceleração e coeficiente de atrito é importante. A aceleração de um objeto que se move sobre uma superfície onde existe resistência ao deslizamento é influenciada pelo coeficiente de atrito. A aceleração da gravidade, o coeficiente de atrito e a aceleração têm uma relação quando um objeto está desacelerando ou parando em uma superfície plana, do tipo:  $a = -\mu \cdot g$ . Indicando uma aceleração negativa, isso denota que o objeto está desacelerando, provavelmente devido ao atrito ou à frenagem. Dependendo das condições,  $\mu$  é o coeficiente de atrito cinético ou estático.

É importante observar que essas equações são apenas simplificações e podem não considerar todas as complexidades e elementos da situação. Outros elementos como o tipo de superfície e a pressão superficial também podem afetar o coeficiente de atrito. Assim, a forma como a aceleração e o coeficiente de atrito estão conectados pode diferir de acordo com as circunstâncias e o ambiente.

### 3.5 Variação de velocidade

Vários fatores contribuem para a variação na velocidade de um veículo durante uma frenagem: intensidade de frenagem, tempo de frenagem e desaceleração do veículo. A desaceleração é diretamente proporcional à velocidade e é determinada pela quantidade de força de frenagem aplicada.

A relação entre a variação de velocidade ( $\Delta v$ ), a desaceleração ( $a$ ) e o tempo de frenagem ( $t$ ) pode ser descrito pela equação:  $\Delta v = a \cdot t$ . Portanto, se são conhecidos a desaceleração e o tempo de frenagem, pode-se calcular a variação de velocidade que o veículo sofre durante o processo de frenagem.

A variação de velocidade de um veículo durante um processo de frenagem também pode ser representada pela equação:  $v^2 = v_0^2 + 2ad$ , onde  $v$  é a velocidade final do veículo,  $v_0$  é a velocidade no momento que inicia o processo de frenagem,  $a$  é a desaceleração causada pela força de atrito durante a frenagem e  $d$  é a distância percorrida nesse processo.

Portanto, durante a frenagem, a velocidade diminui de forma não linear à medida que o veículo percorre uma distância de frenagem. No início, a velocidade pode diminuir lentamente, mas à medida que a força de atrito continua a agir, a desaceleração se torna mais acentuada e a velocidade diminui mais rapidamente. É importante observar que outros fatores, como as características do sistema de freios e as condições da estrada, também podem influenciar a forma como a velocidade varia durante um processo de frenagem.

### **3.6 Tempo de reação**

O início de uma resposta apropriada, como pisar no freio quando o sinal fica vermelho ou pisar no acelerador para acender o sinal amarelo, depende de quanto tempo leva para alguém perceber os estímulos, também conhecido como tempo de reação. Há uma série de influências neste tempo de reação, que incluem a idade, a atenção e concentração, a expectativa, a experiência, a saúde e o estado físico, a expectativa de urgência, a personalidade, entre outras.

Reagir rapidamente é um atributo pessoal que varia dependendo da pessoa e das circunstâncias. Assim, adotar uma abordagem de patinação defensiva mostra-se útil em situações como a segurança no trânsito, exigindo preparação para responder a estímulos inesperados. Ficar atento e respeitar a saúde física e mental também são passos para diminuir o tempo de reação

O processo de frenagem de um veículo depende do coeficiente de atrito entre os discos e pastilhas de freio, que é fundamental. Quando você pressiona o pedal do freio, o sistema de freio é ativado instantaneamente, imobilizando as pastilhas contra os discos de freio. O movimento do veículo diminui pelo atrito entre as pastilhas e os discos.

Essa interação entre pastilhas e discos de freio ocorre desde a aplicação de uma força no pedal, lhe conferindo uma determinada pressão hidráulica, que faz com que as pastilhas de freio sejam pressionadas contra o disco de freios nas rodas. A

partir de então atua a força de atrito, e o coeficiente de atrito entre estes componentes do sistema de freio cria a resistência ao movimento das rodas, causando uma desaceleração e diminuindo a velocidade do veículo.

O coeficiente de atrito entre as pastilhas de freio e os discos de freio é uma consideração crítica no projeto dos sistemas de freios. O material das pastilhas e dos discos, bem como o coeficiente de atrito, deve ser escolhido de forma a garantir uma frenagem eficaz, segura e consistente sob diferentes condições, como estradas secas ou molhadas.

A força de atrito é a resultante das forças que atuam entre as pastilhas e os discos de freio, determinada pela equação  $\vec{f}_{at} = \mu \cdot \vec{N}$ , onde  $\vec{f}_{at}$  é a força de atrito e  $\mu$  é o coeficiente de atrito.

### 3.7 O coeficiente de atrito entre pneus e pista

A condução, a aderência e o controle de um veículo dependem do coeficiente de atrito entre os pneus e a superfície da estrada, seja de concreto, seja de asfalto. Com a ajuda deste coeficiente de atrito, o veículo pode manter a tração em diversas condições climáticas e em estrada variáveis, especialmente nas curvas e na aceleração ou desaceleração.

O coeficiente de atrito entre a pista e a via é um fator crítico que afeta diretamente a segurança e o desempenho do veículo. Manter distância segura, reduzir a velocidade em condições adversas e manter os pneus em boas condições são medidas importantes para lidar com as variações no coeficiente de atrito e garantir uma condução segura.

O desempenho de um veículo é afetado pela forma como os materiais da superfície (pneus e pista) interagem e pelas condições da pista. O coeficiente de atrito depende mais destes fatores do que da pressão dos pneus, mas a pressão dos pneus ainda pode exercer um papel no desempenho do veículo.

Pneus com pressão incorreta podem desgastar-se de maneira desigual, o que pode afetar a qualidade da aderência e a forma como o veículo se comporta durante a frenagem, a aceleração e as curvas. Entretanto, pneus bem calibrados podem contribuir para a estabilidade do veículo, permitindo que ele mantenha a trajetória desejada e responda a comandos do motorista de maneira mais previsível.

Manter os pneus calibrados adequadamente não apenas ajuda a otimizar o desempenho e a segurança do veículo, mas também pode contribuir indiretamente para uma interação mais eficaz entre os pneus e a superfície da pista, melhorando o coeficiente de atrito em situações normais de condução.

### **3.8 A influência das condições da pista na aplicação da força de atrito**

As condições prevalecentes da estrada são influentes na força de atrito entre os pneus de um veículo e a superfície da estrada. A aderência dos pneus e, portanto, a capacidade de travagem e tração do veículo podem ser afetadas por uma infinidade de condições da estrada.

As condições da pista podem influenciar a força de atrito. Caso a estrada esteja seca existe uma aderência relativamente forte entre a superfície e os pneus. Como resultado, a força de atrito entre eles é habilmente utilizada para garantir excelente tração e frenagem. Em relação à estrada molhada, o potencial de derrapagem ou bloqueio das rodas durante a travagem aumenta, uma vez que a aderência dos pneus ao solo é reduzida. A presença de água pode causar a formação de uma camada entre os pneus e a superfície, o que diminui a sua capacidade de aderência.

Situações em que a pista está coberta de neve ou gelo oferecem menos tração em comparação com estrada seca. O atrito reduzido entre a superfície e os pneus leva ao comprometimento da capacidade de frenagem e tração. Esta condição afeta significativamente o desempenho dos veículos nessas estradas.

A aderência dos pneus é afetada por estradas com superfícies irregulares, sejam elas buracos, sulcos ou asfalto desgastado. A forma como os pneus se adapta às irregularidades da superfície pode ter impacto na força de atrito. Devido ao contato inadequado entre os pneus e uma superfície estável, superfícies como areia ou solo pouco firme criam menos aderência, levando a possíveis derrapagens ou perda de tração. A aderência dos pneus pode ser severamente diminuída por óleo, graxa ou outros fluidos encontrados na estrada. Estas substâncias escorregadias diminuem o atrito, causando derrapagens que podem ser incontroláveis.

## 4 METODOLOGIA

Para aplicação do nosso produto educacional, foi criado um software com o nome “Pé no Freio!” para aferir o conhecimento dos alunos participantes sobre cinemática e sua aplicação no trânsito para que este conhecimento seja utilizado em seu cotidiano com objetivo de conscientizá-los sobre a educação no trânsito.

### 4.1 A máquina de estados

Um modelo matemático conhecido como máquina de estados finitos (FSM) é utilizado para representar programas de computador ou circuitos lógicos. Esta conceituação envolve uma máquina abstrata que pode existir em um número finito de estados (Alavi; Aliaga; Murga, 2016). A qualquer momento, a máquina ocupa um único estado, denominado estado atual. Este estado retém informações sobre o passado, refletindo as mudanças experimentadas desde a entrada no estado, no início do sistema, até o momento presente. Uma transição significa, uma mudança de um estado para outro é governada por uma condição que deve ser satisfeita para que a transição ocorra. Uma ação denota uma atividade específica que deve ser executada em um determinado momento.

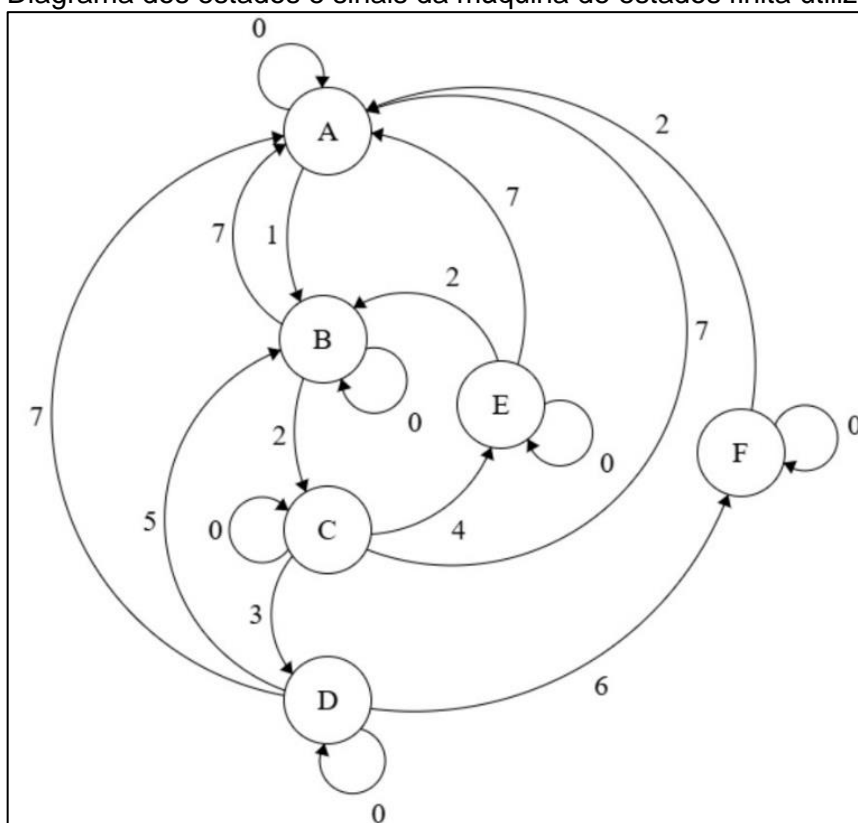
Quando um sistema está aguardando uma condição para desencadear uma transição, isso é chamado de estado que descreve um nó de comportamento do sistema. Isto ocorre quando o sistema não responde consistentemente à mesma condição, provocando a introdução de um novo estado. Na situação descrita na Figura 7 do jogo apresentado neste trabalho aplicando a máquina de estado só é possível ir do estado A (estado inicial) para o estado B (estado de aceitação), enquanto o estado B pode ser estimulado para ir para o estado C (início do jogo), mas também pode retornar ao estado inicial A após o jogador teclar ESC.

Tabela 1 – Lista de estados e sinais da máquina de estados finitos

ESTADOS	A → Título do jogo
	B → Nível inicial
	C → Jogar
	D → Tela
	E → Mudar de nível

	F → Fim do jogo
SINAIS	0 → Parado
	1 → Digitar o nome para iniciar o jogo
	2 → Entrar
	3 → Colisão
	4 → Bandeira de conclusão
	5 → Vidas > 0
	6 → Vidas = 0
	7 → Reiniciar

Figura 7 – Diagrama dos estados e sinais da máquina de estados finita utilizado no jogo



Fonte: Do autor.

#### 4.2 Uma partida do jogo

O jogo tem seu início após o aluno digitar o nome (4 ou mais caracteres) e pressionar a tecla “*enter*”, com isso, o jogo sai da tela de início para a tela de começo de nível. Esta tela, mostrada na Figura 8, aparece toda vez que o jogador for iniciar uma nova fase (ou nível) do jogo. Nela podemos ver algumas informações sobre o

nível a ser iniciado. A primeira fase é o nível 1 e significa que o carro do jogador tráfegará a uma velocidade de 80 km/h. Os outros carros na pista estarão sempre a 70 km/h em todos os níveis. Nesta tela o jogador ainda não tem controle sobre o carro e precisa pressionar “*enter*” para dar início à fase.



Fonte: Do autor.

Ainda na tela de início de nível podemos ver algumas outras informações sobre a partida. Temos na parte inferior esquerda da tela as informações sobre o nome do jogador (motorista), o nível em que ele está (começa com 1), a quantidade de vidas restantes (começa com 3), a velocidade inicial do nível (80 km/h para o nível 1) e a distância percorrida na partida (começa com 0 metros). Na parte inferior direita temos um marcador de velocidade instantânea em formato de gráfico de barra (de 0 km/h ao valor inicial em km/h) e um marcador numérico logo abaixo do marcador gráfico.

### 4.3 Regras do jogo

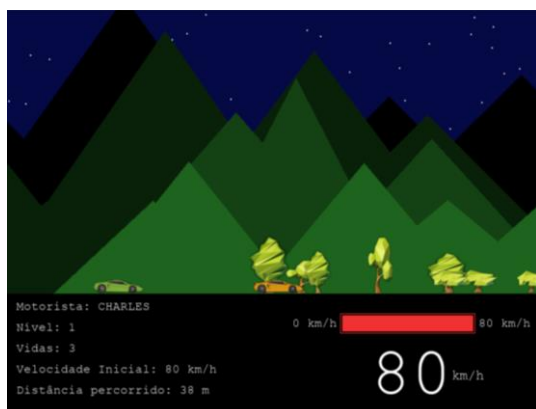
Durante todos os níveis, o jogador vai controlar apenas o freio de um carro (amarelo no centro da tela), que tráfega em uma estrada com visibilidade de 25 metros a sua frente (ver Fig. 9.a). Na mesma estrada e próximo do carro do jogador existem dois outros carros: um carro verde que sempre inicia a fase sendo visto 10 metros

atrás do amarelo e outro carro vermelho localizado em algum lugar a frente. A distância inicial entre o carro amarelo e o vermelho é sempre aleatória, variando de 35 a 65 metros. Portanto, ele sempre iniciará em todos os níveis fora do alcance de visão do jogador. Ambos os carros, verde e vermelho, irão iniciar todos os níveis com velocidade igual a 70 km/h, independentemente da velocidade inicial do carro amarelo do jogador, que depende do nível.

Como o carro do jogador sempre inicia a partida com velocidade superior à dos outros carros, se o jogador não fizer nada, o carro amarelo do jogador vai colidir com o carro vermelho que está à frente. O objetivo do jogador é evitar essa colisão usando o freio do carro apenas até que o carro amarelo passe pela bandeira de chegada. Para acionar o freio o jogador deve pressionar a tecla “barra de espaço”. O jogador pode frear continuamente segurando a “barra de espaço” ou frear em pequenos acionamentos com toques rápidos na “barra de espaço”.

Neste caso, o jogador pode pressionar “*enter*” para ir para a tela de início de nível, sendo o próximo nível igual a 2 com velocidade inicial igual a 90 km/h. Para passar de nível o jogador terá que sempre reduzir sua velocidade para no mínimo 70 km/h para não colidir com o carro da frente.

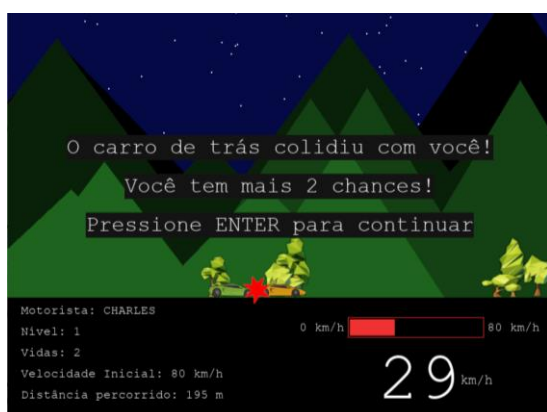
Figura 9 – Telas do jogo: a) condição inicial de um nível, mostrando apenas o carro do jogador no centro da tela em amarelo e o carro de trás em verde; b) tela de perda de vida por ter acionado o freio antecipadamente; c) tela de perda de vida por ter colidido com o carro vermelho da frente; d) tela de perda de vida por ter colidido com o carro verde de trás.



(a)



(b)



(c)



(d)

Existem três (3) maneiras diferentes de o jogador perder uma vida:

- a) A primeira delas é freando prematuramente. Isso acontece quando o jogador aciona o freio antes de o carro da frente aparecer na tela. Ou seja, o jogador perde uma vida se frear de forma antecipada. Nesse caso, o jogo mostra uma tela de perda de vida na qual o acionamento prematuro é representado por símbolos de interrogação sobre o carro amarelo (Ver Fig. 9.b). Para evitar perder a vida por freio antecipado o jogador deve acionar o freio somente após qualquer parte do carro vermelho da frente aparecer na tela.
- b) Caso o jogador aguarde o momento correto para acionar os freios e reduza muito a velocidade do carro amarelo, é possível que o carro verde de trás colida com a traseira do carro amarelo antes de o jogador atingir a bandeira de

chegada. Nesse caso, o jogo mostra uma tela de perda de vida na qual é representada a colisão do carro verde na traseira do carro amarelo (Ver Fig. 9.c).

- c) Caso o jogador aguarde o momento correto para acionar os freios, mas a redução de velocidade não é suficiente, o carro amarelo pode colidir na traseira do carro da vermelho da frente antes de o jogador atingir a bandeira de chegada. Nesse caso, o jogo mostra uma tela de perda de vida na qual é representada a colisão do carro amarelo na traseira do carro vermelho (Ver Fig. 9.d). Nos três casos, o jogador vai ser avisado na tela de perda de vida o motivo da perda de vida, quantas vidas ainda restam na partida e a instrução de pressionar “*enter*” para continuar e voltar à tela de início de nível.

Quando o jogador aciona os freios do carro, de forma não prematura, uma bandeira de chegada surge na estrada 100 metros à frente da posição do carro amarelo. Eventualmente a bandeira vai aparecer no campo de visão do jogador (ver Fig. 10.a). Se o jogador conseguir evitar a colisão com os carros da frente e de trás até cruzar com a bandeira de chegada, o jogador venceu o nível e será apresentada a tela de passagem de nível (ver Fig. 10.b).

Figura 10 – a) A bandeira de chegada sendo exibida. b) A tela de passagem de nível



(a)



(b)

A Tabela 2 mostra os valores das velocidades iniciais e a distância de frenagem durante o processo de frenagem da velocidade inicial até 70 km/h para os diferentes níveis.

Tabela 2 – Valores das velocidades iniciais e distância percorrida durante o processo de frenagem para os diferentes níveis

Nível $n$	Velocidade Inicial $v_0$ (km/h)	Distância de frenagem $d_f$ (m)
1	80	1,3
2	90	5,2
3	94	7,6
4	97	9,8
5	100	11,8
6	102	13,7
7	104	15,6
8	106	17,4
9	108	19,2
10	110	21,0
11	112	22,7
12	113	24,5
13	115	26,2

Os valores das velocidades iniciais na Tabela 2 foram escolhidos neste jogo para serem aumentados de forma gradativa e não linear. A equação para obtenção da velocidade inicial  $v_0$  em função do nível  $n$  é

$$v_0 = 80 + 10\sqrt{n} \quad (21)$$

A distância de frenagem  $d_f$  pode ser calculada usando a Fórmula de Torricelli

$$d_f = \frac{(v^2 - v_0^2)}{2a} \quad (22)$$

onde  $v$  é a velocidade final e  $a$  é a desaceleração do carro. No caso do jogo, podemos tomar o referencial do carro amarelo e calcular  $d_f$  do carro vermelho se aproximando do carro amarelo. A velocidade relativa inicial será a diferença entre a velocidade inicial do carro amarelo ( $v_0$ ) e a velocidade constante do carro vermelho (70/3.6 m/s). Nesse caso, para evitar a colisão, a velocidade final relativa entre o carro amarelo e vermelho deve ser  $v = 0$ . Assim, temos que

$$d_f = \frac{(v_0/3,6 - 70/3,6)^2}{2a} \quad (23)$$

A desaceleração  $a$  no jogo foi fixada em  $-0,3g$  onde  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Esse é o valor típico de desaceleração em carros para uma frenagem brusca.

Se o jogador perder três vidas ele chega ao final do jogo (Figura 11). Isso pode ser devido a colisões, frenagem prematura ou simplesmente devido ao fato de que, depois do nível 11, a distância de frenagem é maior que a distância inicial entre os carros.

Figura 11 – Tela de Fim de Jogo



Fonte Do autor.

#### 4.4 Caracterização da pesquisa e campo empírico

Desde o início da pesquisa educacional, essa área tem atraído atenção significativa de estudiosos no assunto com o objetivo de obter percepções mais profundas sobre as complexidades do processo de ensino e seus vários componentes, como aprendizagem, avaliação, currículo e contexto. A literatura reflete a utilização generalizada de duas abordagens de pesquisa predominantes no campo da educação: metodologias quantitativas e qualitativas.

Os autores incluem Triviños (2008), Bogdan e Biklen (1994), Strauss e Corbin (2008), Gibbs e Frick (2004), Moreira (2012), Gil (2008, 2010), Lüdec e André (2013). As especificidades desses métodos são apresentadas e trabalhos foram realizados

Esses autores tentaram vincular essas abordagens, comparando, ao aumentar, o nível de intensidade dos assuntos e completam a análise ao considerar cuidadosa a validade e confiabilidade dos dados coletados. Além disso, buscaram estudar possíveis convergências e o desacordo entre elas, e até mesmo a suposição de que ambas seriam utilizadas de forma complementar durante a pesquisa. Esta pesquisa

foi do tipo qualitativa, com o foco no desenvolvimento de um software como ferramenta mediadora para o estudo da cinemática.

Em relação a essa forma de pesquisa, Strauss e Corbin (2008) relatam a seguinte ponderação:

[...] com o termo pesquisa qualitativa queremos dizer qualquer tipo de pesquisa que produza resultados alcançados através de procedimentos não alcançados através de procedimentos estatísticos ou de outros meios de quantificação. Pode se referir à pesquisa sobre a vida das pessoas, experiências vividas, comportamentos, emoções e sentimentos, e também à pesquisa sobre funcionamento organizacional, movimentos sociais, fenômenos culturais e interações entre nações. Alguns dados podem ser quantificados, como no caso de censo ou de informações históricas ou objetos estudados, mas o grosso da análise é interpretativa (Strauss; Corbin, 2008, p. 23).

Godoy (1995) corrobora a citação acima afirmando que os métodos qualitativos se caracterizam pelo pesquisador ser o instrumento chave e o ambiente ser considerado a fonte direta dos dados, sem a necessidade de utilização de técnicas e métodos estatísticos. Além disso, Silva e Menezes (2005) afirmam que há características descritivas e o foco não está no método, mas no processo e no significado, ou seja, o objetivo principal é explicação do fenômeno em estudo. Esse fato é ilustrado em um produto educacional baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (2003), que se relaciona com conceitos sobre cinemática e demonstra que a aprendizagem vai além da memorização e é baseada na realidade do aluno e na compreensão do conhecimento prévio.

No campo empírico da pesquisa, o software proposto foi desenvolvido em duas escolas de Teresina, uma da rede particular e outra da rede pública, que oferecem aos seus alunos estruturas suficientes para o conforto e desenvolvimento educacional, que podemos citar: biblioteca, internet banda larga, auditório, laboratório de informática, pátio coberto, quadra esportiva, sala dos professores e espaço para alimentação. Nestas escolas não foi observado laboratório específico para a disciplina Física, fato que pode prejudicar o aprendizado dos discentes.

A escolha da pesquisa qualitativa se deu pelo fato de os participantes da pesquisa – professores como observadores participantes e alunos como sujeitos participantes – serem entendidos como atores sociais cujas opiniões, crenças e valores devem ser respeitados. Em relação ao exercício de coleta de informações, observamos que “[...] as palavras dos sujeitos da pesquisa revelam condições

estruturais, sistemas de valores, normas e símbolos [...]” (Minayo, 2008, p. 204, grifo nosso), tão ricos e instigantes. O referido autor lembra ainda que tais “discursos” são muitas vezes também porta-vozes da representação de grupos sob condições históricas, socioeconômicas e culturais específicas. As imagens obtidas durante o processo de coleta de dados foram formalmente autorizadas pelos sujeitos do estudo, levando em consideração as preocupações éticas quanto à sua preservação.

#### **4.5 Participantes da pesquisa**

O produto educacional foi aplicado na escola Ceti Moacir Madeira Campus da rede pública do ensino médio de Teresina, PI. A escola possui atualmente cerca de 100 alunos no ensino médio, com 20 alunos, em média, em cada sala.

Os métodos de ensino e de pesquisa estão conectados e podem ser aplicados às pesquisas realizadas e aos instrumentos de coleta de dados utilizados, por meio da aplicação do produto educacional em sala de aula, desenvolvido segundo os princípios do diálogo e da educação emancipatória e as premissas da aprendizagem significativa. O procedimento metodológico na proposta de ensino pode começar com uma demonstração do anterior a aplicação do produto. Após os primeiros diálogos sobre os conhecimentos prévios dos alunos foi apresentado o produto educacional. Seu objetivo é servir de ponte entre o que os alunos sabem e o que queremos ensinar. O ensino começa com algo do cotidiano dos alunos para incentivá-los a aprender.

Os alunos que participaram da pesquisa são estudantes que residem em Teresina, PI, e frequentam o 1º ano do Ensino Médio. Com faixa etária situada entre 15 (quinze) e 16 (dezesseis) anos, estes alunos frequentam escolas públicas durante grande parte da sua vida estudantil e pertencem a famílias de baixa renda.

A abordagem predominante do ensino de física nas escolas tem tradicionalmente girado em torno do professor, deixando pouco espaço para o envolvimento dos alunos. Os estudantes foram reduzidos a meros observadores e reprodutores de informações (Rezende *et al.*, 2004). Reconhecendo esta questão, a motivação para o desenvolvimento desta proposta de jogo eletrônico “Pé no Freio!”, *video game* como método interdisciplinar de ensino de cinemática e educação no trânsito, decorre do imperativo de promover a autorreflexão sobre as práticas de ensino e buscar resultados de aprendizagem mais eficazes. O objetivo é reacender o

entusiasmo dos alunos pela aprendizagem, oferecendo-lhes oportunidades de participação ativa e pensamento crítico.

#### **4.6 Instrumentos de produção de dados**

Para atingir os objetivos de um determinado estudo, são utilizados instrumentos de coleta de dados, pois desempenham um papel crucial no processo de pesquisa. Isso requer a aplicação de uma técnica de pesquisa. Como observam Marconi e Lakatos (2017, p. 176), “técnica é um conjunto de preceitos ou processos de que se serve uma ciência ou arte; é a habilidade para usar esses preceitos ou normas, a parte prática. Toda ciência utiliza inúmeras técnicas na obtenção de seus propósitos”.

No âmbito deste estudo, implementamos um software como método de construção de dados e estratégia instrucional, seguindo o referencial estabelecido por Antoni Zabala (1998). A abordagem qualitativa foi empregada na condução da sequência, além de métodos de coleta de dados, como questionários, fotografias e observação participante. Como resultado, a pesquisa qualitativa gerou um volume substancial de informações, que foram então organizadas e classificadas em categorias distintas.

Para aumentar a eficácia e a confiabilidade do questionário, foi observada a estrita adesão aos critérios estabelecidos durante sua elaboração. Foram levados em consideração a disposição das questões e fatores como percepção, estereótipos, mecanismos de defesa, liderança, entre outros (Augras, 1974, p. 143). Após sua composição, o questionário foi aplicado aos alunos do 1º ano das escolas de rede privada e pública tanto como pré-teste quanto como pós-teste.

A pesquisa qualitativa envolve a utilização de uma técnica de análise de dados conhecida como elucidação, em que o pesquisador compila e examina materiais para auxiliar na construção de seu estudo. O processo de compilação envolve delinear o significado e a importância dos dados analisados, com o objetivo de identificar e documentar trechos específicos de textos que sirvam de exemplo de um mesmo conceito ou ideia. Segundo os autores Gibbs e Flick (2004), o conceito em questão é uma ideia teórica.

De acordo com Yin (2005), essa pesquisa reforça o uso dos elementos que dão base à utilização desses instrumentos de coleta e o seu papel nesse:

[...] a coleta de dados no estudo de caso pode ser feita, principalmente, a partir de seis fontes de evidência – documentos, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos que podem ser combinadas de diferentes formas. Assim, partindo das fontes de evidência citadas anteriormente, é possível reuni-las em três grupos principais: observação, entrevistas e documentos (Yin, 2005, p. 32).

Ao apreciar as afirmações desses autores e ao estabelecer uma ligação com o objeto da pesquisa, pode-se afirmar com segurança que o instrumento selecionado atende adequadamente aos requisitos metodológicos da investigação.

## 5 RESULTADOS

O produto educacional, o jogo eletrônico “Pé no Freio!”, proposto neste trabalho, é uma sugestão de abordagem metodológica aplicada ao 1º ano do ensino médio de uma escola da rede pública, utilizando características da aprendizagem significativa de David Ausubel (2003) para tornar o estudante um protagonista durante as aulas de Física. O projeto foi aplicado em 2 aulas, com 50 min cada, e ocorreu no primeiro bimestre do ano letivo de 2024. A proposta de trabalho, conforme o tema da dissertação, foi estruturada seguindo o formato da aprendizagem significativa.

### 5.1 Software e uso do laboratório de informática como ferramentas para aprendizagem de cinemática

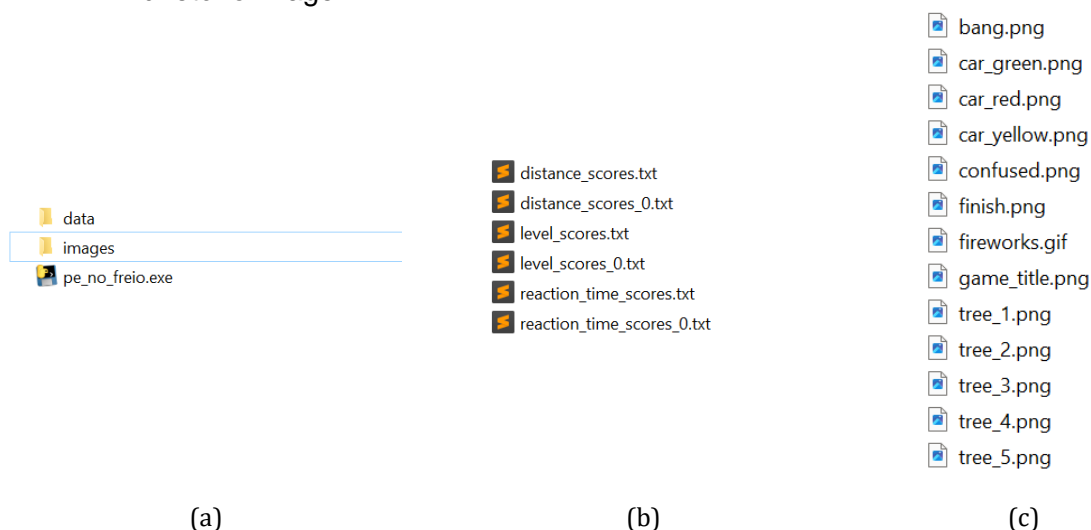
O principal objetivo desta seção é avaliar os novos conhecimentos dos alunos, utilizando organizadores comparativos (desafios), o laboratório de informática e o software sobre o jogo “Pé no Freio!”. Participaram 11 (onze) alunos da rede pública de ensino e realizaram o experimento no laboratório de informática individualmente. Na seção seguinte, analisaremos detalhadamente as duas aulas que focaram na aplicação de organizadores prévios em atividades relacionadas ao laboratório de informática e na aplicação do software (Pé no Freio!) relacionados com a cinemática.

Conforme discutido anteriormente, Ausubel (2003) sugere o uso de um organizador comparativo ao introduzir novo material que seja um tanto familiar para o aluno. Este organizador serve a dois propósitos: integrar o novo conhecimento na estrutura cognitiva existente e distingui-lo de outros conhecimentos que podem ser semelhantes, mas fundamentalmente distintos. O objetivo desta seção é avaliar a compreensão do aluno sobre o conhecimento recém-adquirido. O tema em questão são os conceitos fundamentais de cinemática que estão sendo discutidos com os alunos.

Diante disso, foi utilizado um jogo intitulado “Pé no Freio!”, que foi desenvolvido em Python 3 (versão 3.11.3) e usa a biblioteca PyGame (versão 2.5.2) em um computador do tipo PC com sistema operacional Windows 10. O jogo foi obtido no link [https://npex-ef.ufpi.edu.br/pe\\_no\\_freio](https://npex-ef.ufpi.edu.br/pe_no_freio), o código fonte do jogo “Pé no Freio!”. Após baixar o arquivo do jogo (**pe\_no\_freio.zip**), ele deve ser salvo em um local onde será instalado e executado, para depois ser extraído o arquivo zipado para um diretório.

No exemplo abaixo, a extração foi realizada para o diretório **pe\_no\_freio**, no mesmo diretório do arquivo zipado. Acesse o diretório **pe\_no\_freio** para encontrar os arquivos e diretórios que compõem o jogo.

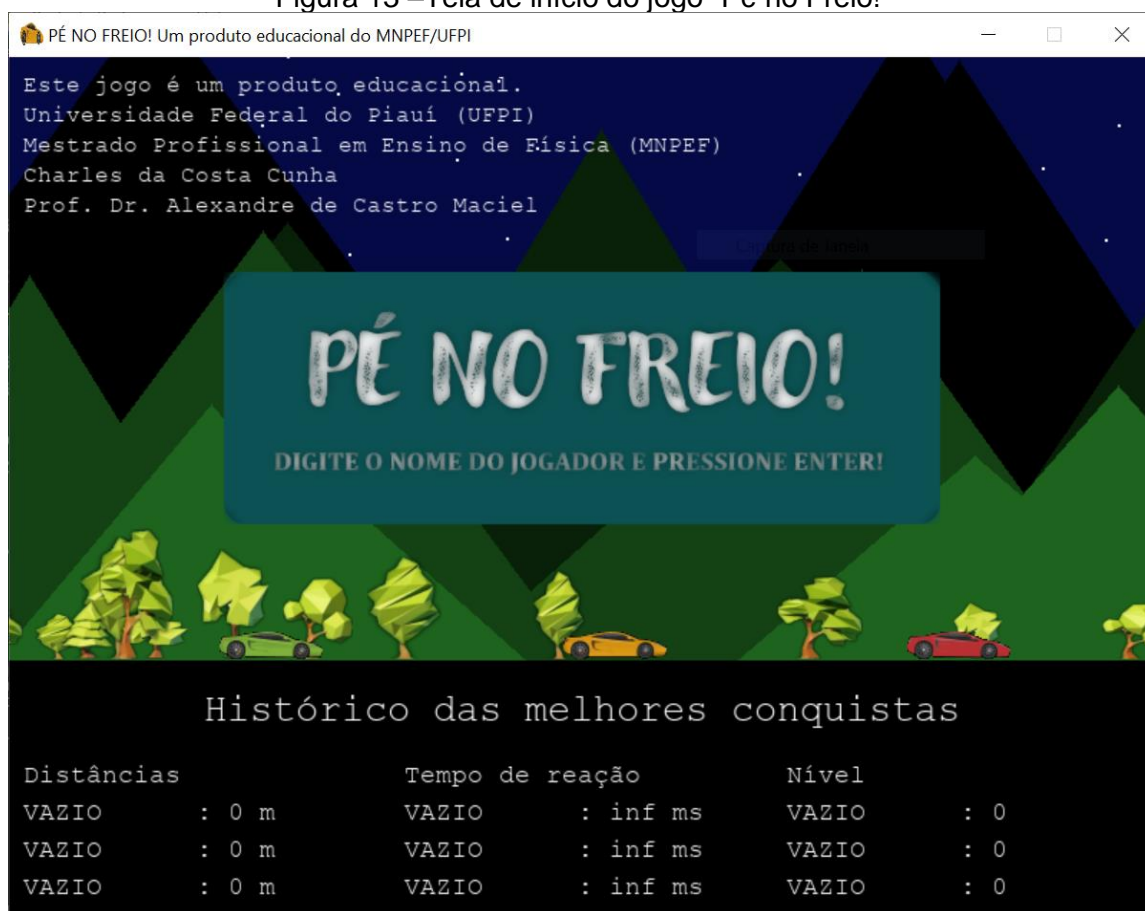
Figura 12 – Arquivos necessários para a execução do jogo: a) arquivo executável do jogo e os diretórios de dados e imagens; b) conteúdo do diretório data; e c) conteúdo do diretório imagem



Fonte: Do autor.

Para executar o jogo, clique duas vezes no arquivo **pe\_no\_freio.exe**. A Figura 13 mostra a tela de início do jogo “Pé no Freio!”. A resolução da tela é de 800x600 pixels e a tela não pode ser maximizada. O jogo está configurado para ser executado a uma taxa de atualização da tela de 60 Hz (*hertz*) ou 60 FPS (*frames per second*). Entretanto, a taxa de atualização pode ser reduzida a depender do poder de processamento do computador a ser executado.

Figura 13 –Tela de início do jogo “Pé no Freio!”



Fonte: Do autor.

Logo após essa etapa, instigou-se os alunos acerca dos conhecimentos prévios sobre cinemática e, então, foi ministrada uma aula sobre cinemática pelo responsável do software (Figura 14), para em seguida aplicar um pré-teste. Esse processo durou uma aula de 50 min.

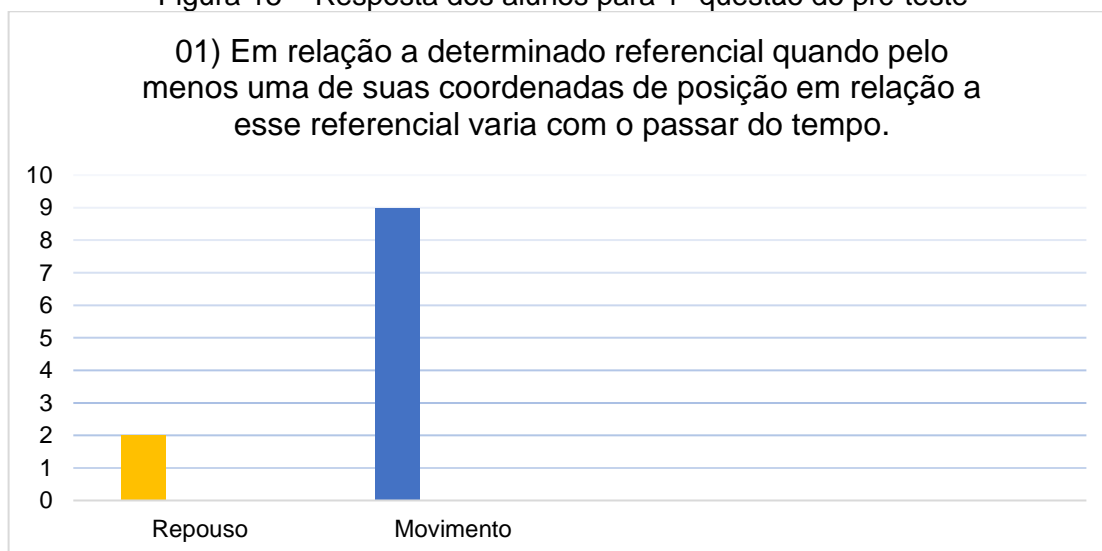
Figura 14 – Apresentação e diálogo com os alunos sobre conceitos de cinemática



Fonte: Do autor.

A avaliação do pré-teste foi aplicada na turma de 1º ano da escola da rede pública de Teresina, PI na turma com 11 alunos participantes do início ao fim da avaliação. Após esse processo obtivemos os resultados indicados nos gráficos abaixo.

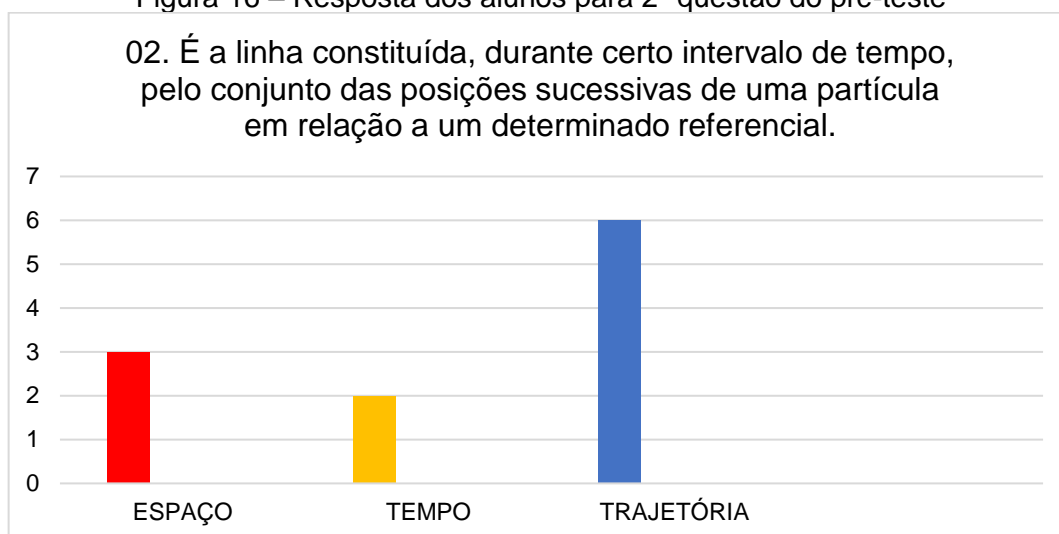
Figura 15 – Resposta dos alunos para 1ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Percebemos, na questão 01 do pré-teste, que os alunos não tiveram tanta dificuldade sobre o conhecimento do conceito de o corpo estar em movimento ou em repouso em relação a um determinado referencial, com 81,2% de acertos.

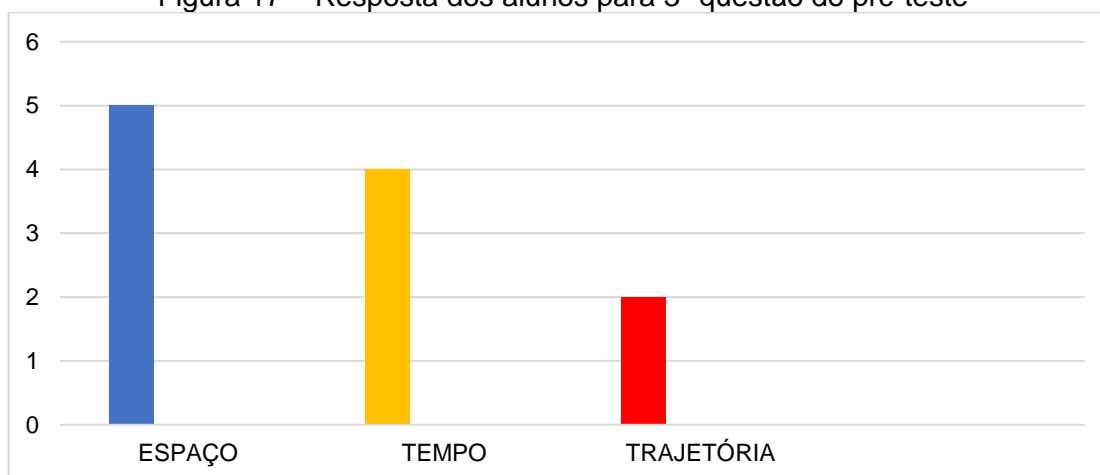
Figura 16 – Resposta dos alunos para 2ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Percebemos, na questão 02 do pré-teste, que os alunos não tiveram tanta dificuldade sobre o conhecimento do conceito sobre trajetória, com 54,5% de acertos.

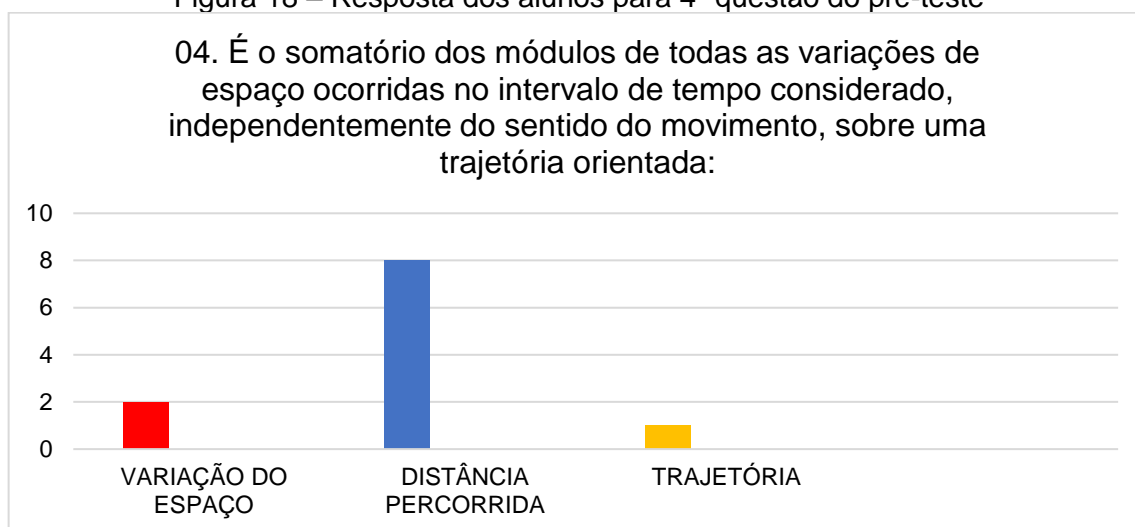
Figura 17 – Resposta dos alunos para 3ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Observamos, na questão 03 do pré-teste, que os alunos encontraram alguma dificuldade sobre o conhecimento do conceito sobre posição, com 45,4% de acertos.

Figura 18 – Resposta dos alunos para 4ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Percebemos, na questão 04 do pré-teste, que os alunos não tiveram tanta dificuldade sobre o conhecimento do conceito de o corpo estar em movimento ou em repouso em relação a um determinado referencial, com 72,7% de acertos.

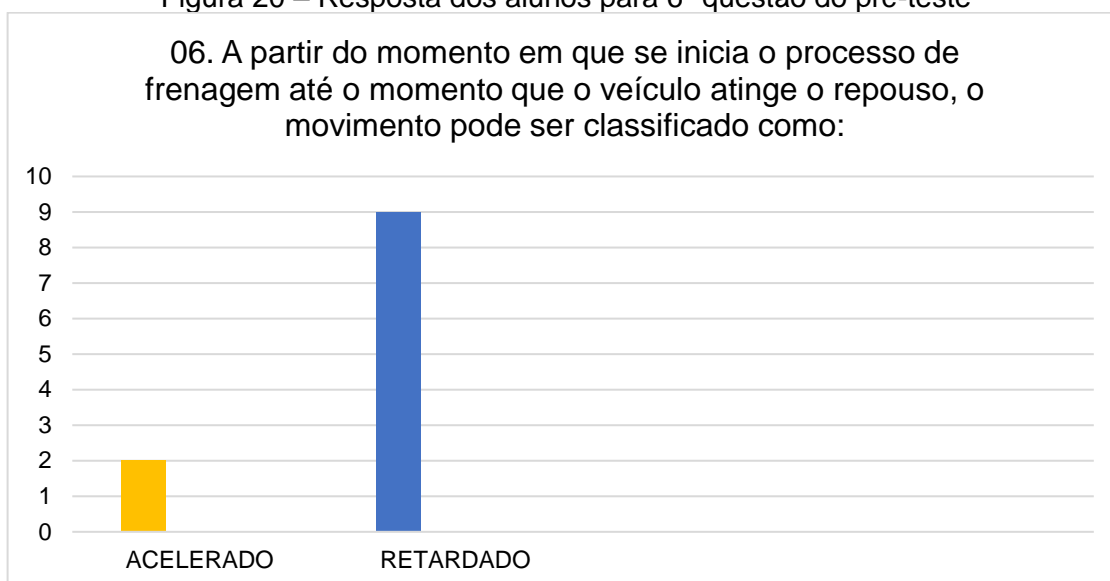
Figura 19 – Resposta dos alunos para 5ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Percebemos, na questão 05 do pré-teste, que os alunos não tiveram tanta dificuldade sobre o conhecimento do conceito de tempo de reação, com 63,6% de acertos.

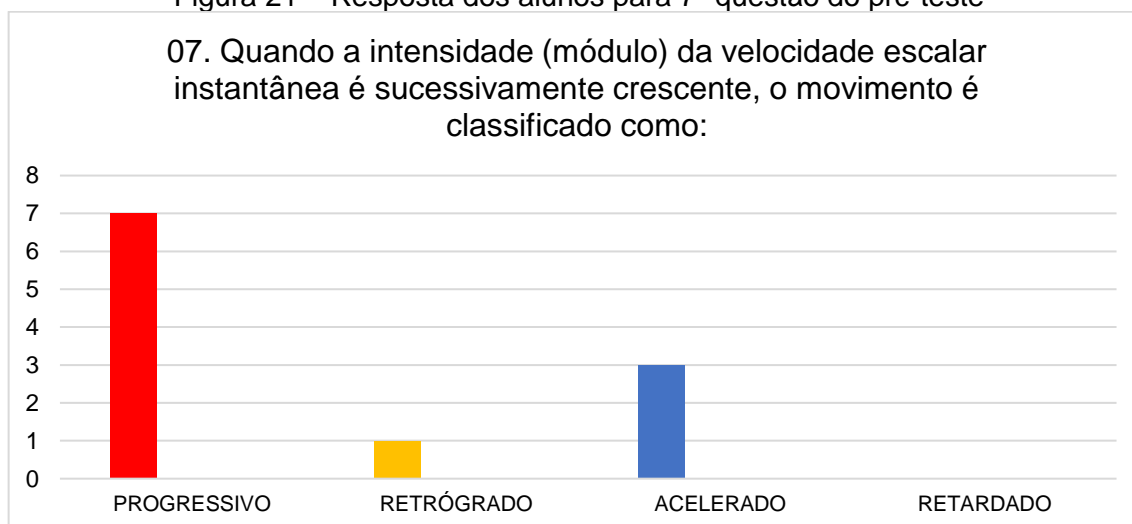
Figura 20 – Resposta dos alunos para 6ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Percebemos, na questão 06 do pré-teste, que os alunos não tiveram tanta dificuldade sobre a classificação do movimento de acordo com o módulo da velocidade, com 81,8% de acertos.

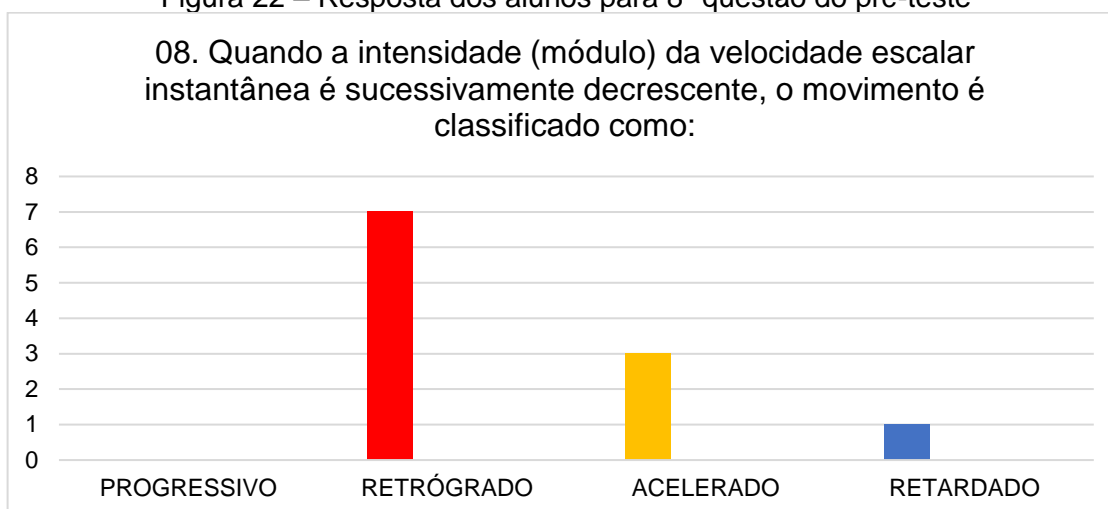
Figura 21 – Resposta dos alunos para 7ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Observamos, na questão 07 do pré-teste, que os alunos encontraram alguma dificuldade em relação à classificação do movimento de acordo com o módulo da velocidade, com 27,3% de acertos.

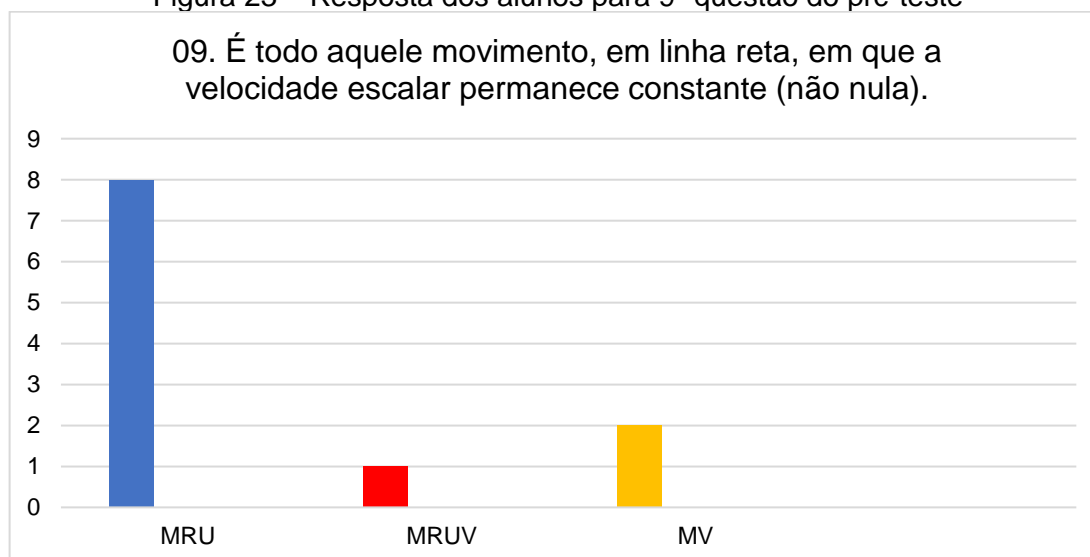
Figura 22 – Resposta dos alunos para 8ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Observamos, na questão 08 do pré-teste, que os alunos encontraram alguma dificuldade em relação à classificação do movimento de acordo com o módulo da velocidade, com 9% de acertos.

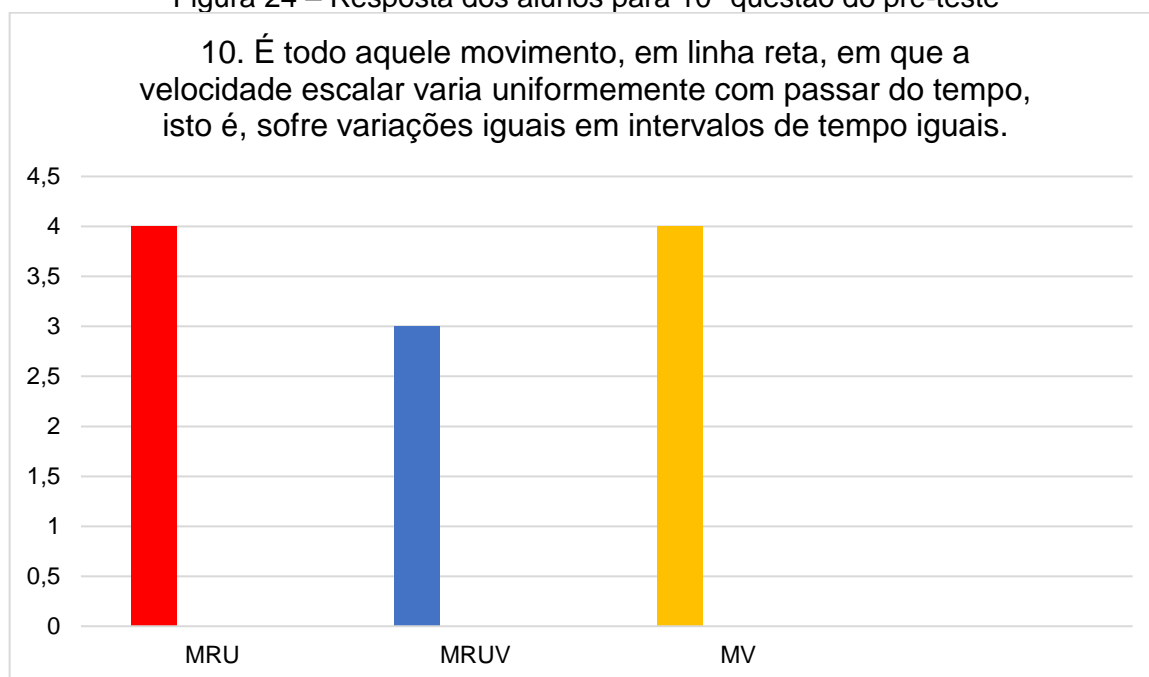
Figura 23 – Resposta dos alunos para 9ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Percebemos, na questão 09 do pré-teste, que os alunos não tiveram tanta dificuldade em relação à classificação do movimento de acordo com a variação da velocidade, com 72,7% de acertos.

Figura 24 – Resposta dos alunos para 10ª questão do pré-teste



Fonte: Do autor.

Observamos, na questão 10 do pré-teste, que os alunos encontraram alguma dificuldade em relação à classificação do movimento de acordo com a variação da velocidade, com 27,3% de acertos.

Em linha gerais, observou-se que os alunos possuíam um conhecimento prévio sobre o tema abordado, o que pode facilitar na aprendizagem significativa, pois exige o uso de subsunções pelos alunos para estabelecer uma base para novos conhecimentos dentro de sua estrutura cognitiva. Conforme afirma Moreira (2008a, p. 16), sem conhecimento prévio a aprendizagem significativa não pode ocorrer. O processo de ancoragem envolve a interação entre o conhecimento existente e um novo conceito, levando à construção de significado. Essa interação permite a incorporação de novos conceitos à estrutura cognitiva, resultando na transformação do conhecimento e na criação de novas âncoras em maior nível de especificidade e complexidade (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980).

Depois de discutir exaustivamente e destacar os princípios fundamentais da Teoria de Ausubel (2003), tornou-se evidente que os alunos devem possuir ideias preexistentes dentro do seu quadro cognitivo para servir de base para a aquisição de novos conhecimentos. Essas ideias desempenham um papel crucial no processo de aprendizagem, pois fornecem uma base sólida e devem estar claras, firmes e presentes na mente do indivíduo. Além disso, a motivação e a abertura do indivíduo à

aprendizagem influenciam muito a eficácia deste processo. Esses fatores, únicos para cada indivíduo, são chamados de fatores internos.

Contudo, a aprendizagem significativa envolve o processo de aquisição de novos conhecimentos por meio da interação com conhecimentos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno (Moreira, 1999). Conforme mencionado anteriormente, o conhecimento prévio pode ser compreendido através de esquemas de assimilação, construções pessoais, modelos mentais e invariantes operacionais.

## **5.2 Pós-teste: observações acerca da aprendizagem significativa de David Ausubel**

O objetivo desta seção foi avaliar a compreensão e a retenção do assunto pelos alunos por meio de um pós-teste. Conforme mencionado nas seções anteriores, durante a fase de planejamento, como afirma Ausubel (2003), a avaliação da aprendizagem significativa requer uma abordagem diferente que se concentre na avaliação da compreensão, na aquisição de conhecimentos significativos e na capacidade de aplicar conhecimentos em vários contextos, servindo assim como facilitador pedagógico.

A pesquisa demonstrou claramente o imenso potencial da Teoria da Aprendizagem Significativa como base para o desenvolvimento de conceitos e teorias relativas à aquisição de conhecimento. A teoria e os estudos de Ausubel (2003) desafiam efetivamente a noção de que o currículo escolar envolve apenas a escolha do conteúdo a ensinar, enfatizando a ligação inseparável entre o ensino e a aprendizagem, relacionando-os com as aplicações da vida real.

Assim sendo, foi aplicado um questionário pós-teste aos 11 (onze) alunos da escola da rede pública Ceti Moacir Madeira Campos, contendo 7 (sete) questões referentes aos conhecimentos ampliados após a aplicação do jogo. O questionário estava dividido entre 5 (cinco) questões objetivas e 2 (duas) subjetivas.

Figura 25 – Aplicação do jogo “Pé no Freio!”



Fonte: Do autor.

A Figura 25 mostra os alunos realizando a aplicação do jogo, na segunda aula, após a instalação nos computadores da escola e explicação da funcionalidade do jogo pelo autor da pesquisa, com o objetivo de que os alunos tivessem condições de internalizar e utilizar como ferramenta de mediação ou construção do seu conhecimento, seja no contexto da sala de aula, seja na vida real.

Figura 26 – Alunos realizando o pós-teste



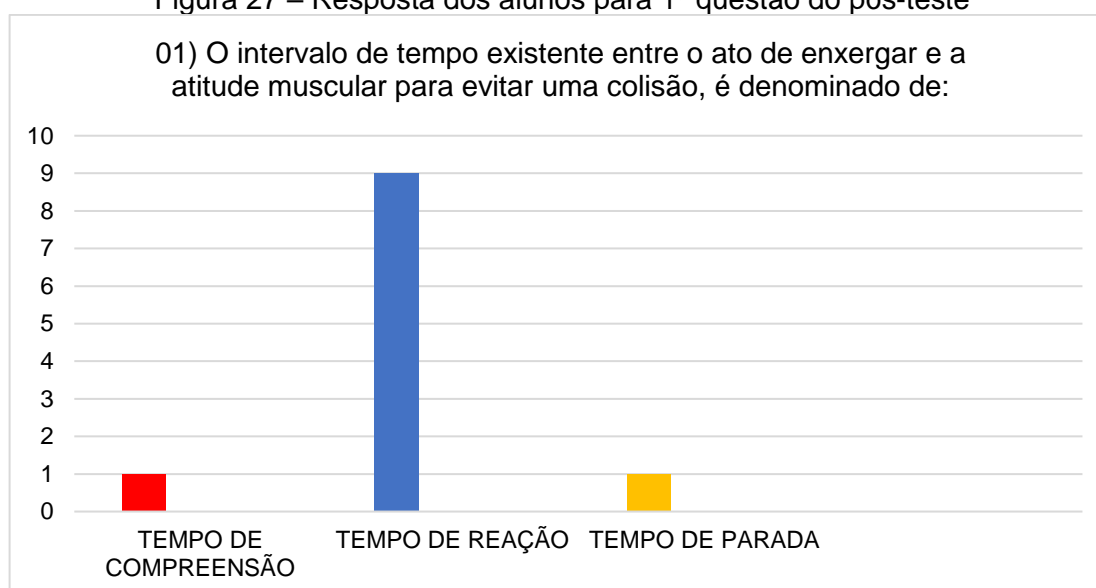
Fonte: Do autor.

A Figura 26 mostra os alunos realizando a aplicação do pós-teste, na segunda aula, após a utilização do jogo, com o objetivo de utilizá-lo como âncora para os conhecimentos que serão adquiridos para a internalização de novas ideias.

Ao utilizar o produto educacional, os alunos puderam adquirir conhecimentos na forma de fatos, conceitos e princípios fundamentais da disciplina. Isso permitiu a integração do conhecimento científico em contextos sociais. Conseqüentemente, tornou-se viável avaliar a compreensão existente dos alunos sobre cinemática e educação de trânsito, bem como seu potencial para aprender sobre a correlação entre as leis da Física e o trânsito nas aulas de Física.

Com a realização do pós-teste, os alunos apresentaram maior nível de detalhamento em suas respostas, utilizando conceitos mais sofisticados e alinhados aos cenários apresentados. Além disso, demonstraram maior proficiência na interpretação de fenômenos físicos. Para retratar as respostas dos alunos que concluíram com sucesso o pós-teste, geraremos gráficos para as questões objetivas.

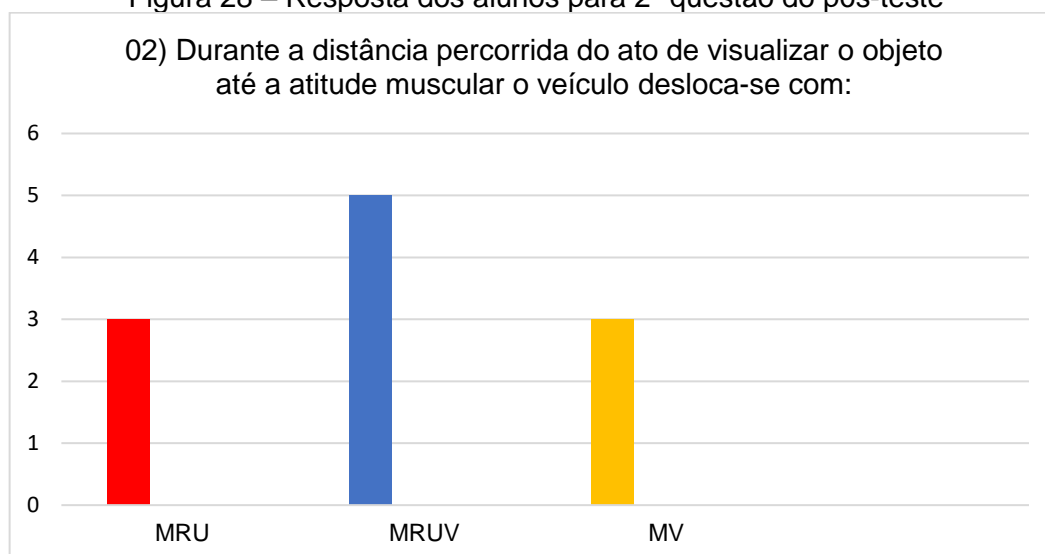
Figura 27 – Resposta dos alunos para 1ª questão do pós-teste



Fonte: Do autor.

Percebemos, na questão 01 do pós-teste, que os alunos não tiveram tanta dificuldade sobre o conhecimento do conceito de tempo de reação, com 81,8% de acertos. Ao compararmos com a mesmo quesito no pré-teste, que teve 63,6% de acertos, observamos uma compreensão maior após aplicação do pós-teste.

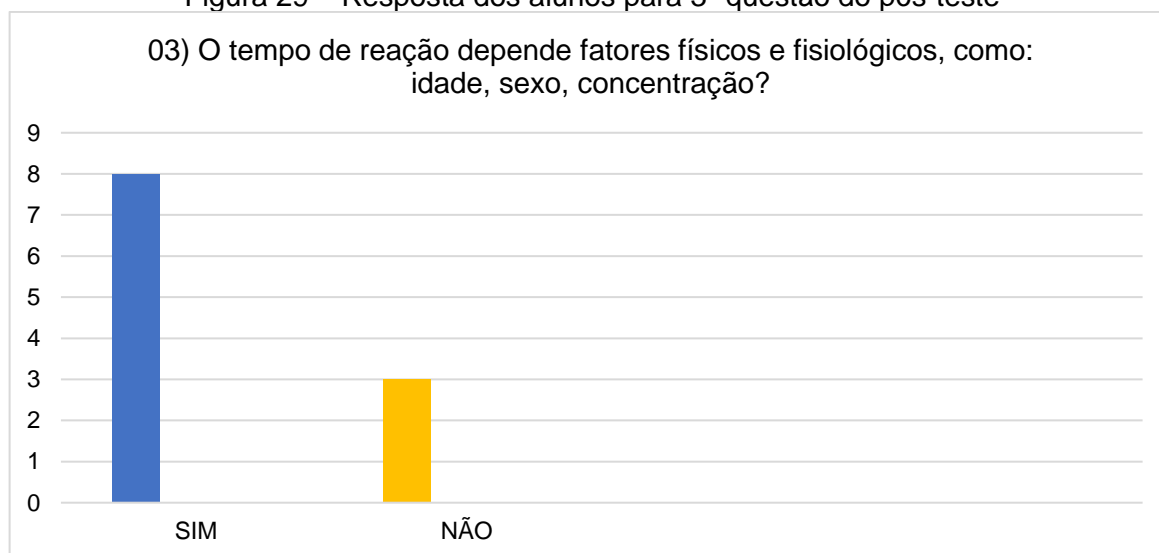
Figura 28 – Resposta dos alunos para 2ª questão do pós-teste



Fonte: Do autor.

Observamos, na questão 02 do pós-teste, que os alunos melhoraram sua compreensão em relação à classificação do movimento de acordo com a variação da velocidade, com 45,4% de acertos, comparados com o mesmo quesito aplicado na fase do pré-teste, com 27,3% de acertos. Isso mostra uma obtenção do conhecimento.

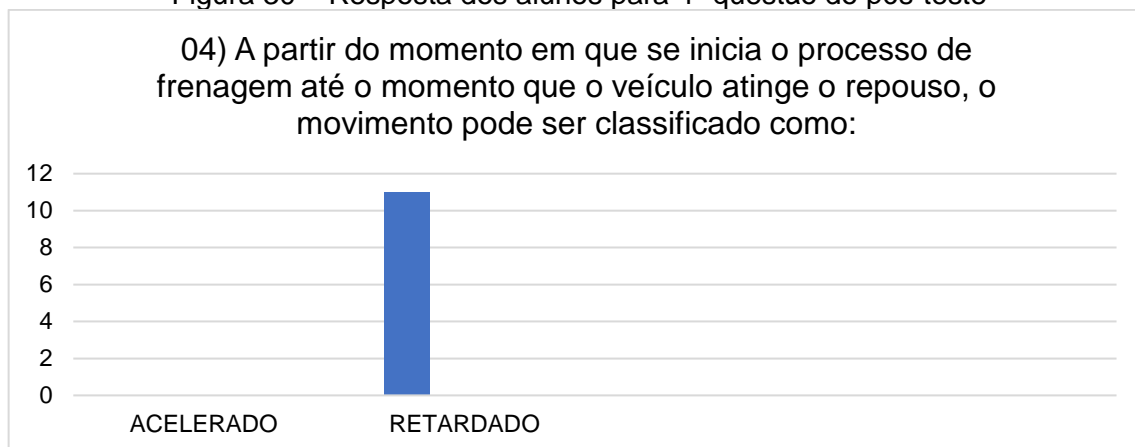
Figura 29 – Resposta dos alunos para 3ª questão do pós-teste



Fonte: Do autor.

Percebemos, na questão 03 do pós-teste, que os alunos não tiveram tanta dificuldade sobre o conhecimento a respeito de os fatores físicos e fisiológicos afetarem o tempo de reação, com 72,7% de acertos.

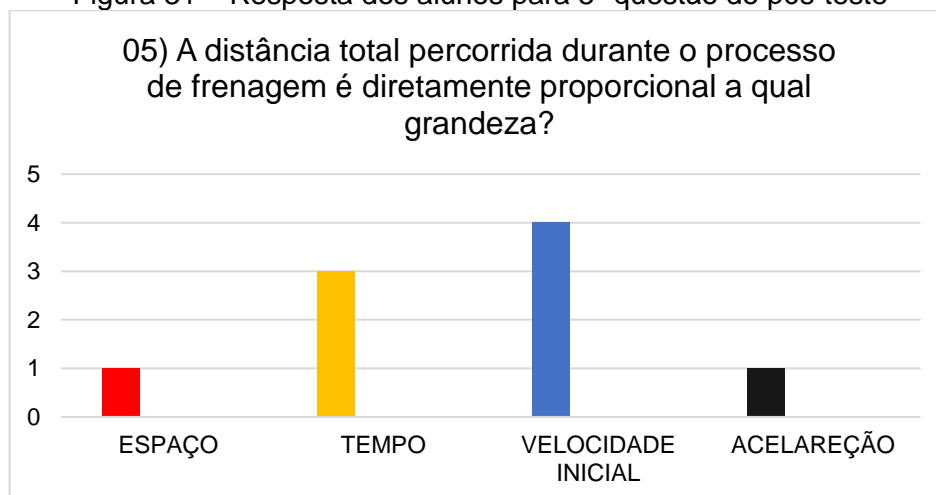
Figura 30 – Resposta dos alunos para 4ª questão do pós-teste



Fonte: Do autor.

Observamos, na questão 04 do pós-teste, que os alunos não tiveram nenhuma dificuldade em relação à classificação do movimento de acordo com o módulo da velocidade, com 100% de acertos. Ao compararmos com o mesmo quesito no pré-teste, que teve 81,8% de acertos, observamos uma compreensão maior após aplicação do pós-teste.

Figura 31 – Resposta dos alunos para 5ª questão do pós-teste



Fonte: Do autor.

Observamos, na questão 05 do pós-teste, que os alunos encontraram alguma dificuldade em relação à classificação do movimento de acordo com a variação da velocidade, com 36,7% de acertos.

Em relação às questões subjetivas que tratavam do conhecimento dos alunos em relação à cinemática e à aplicação na vida real no caso da utilização no trânsito, foram observadas respostas satisfatórias após a aplicação do pós-teste, principalmente no que se refere às questões 6 e 7 do pós-teste, que trazem o que foi apresentado no jogo sobre as grandezas serem fundamentais para o cálculo da distância total percorrida na frenagem e em relação à conscientização da utilização das leis da Física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo, conforme apresentado nas fotos que seguem.

Figura 32 – Respostas às questões subjetivas

06) De acordo com o que foi apresentado no jogo quais grandezas são fundamentais para o cálculo da distância total percorrida, que é a distância do momento da visualização do objeto até o momento da parada do veículo?

Algumas grandezas usadas no trânsito como velocidade inicial, tempo e a aceleração retardada.

06) De acordo com o que foi apresentado no jogo quais grandezas são fundamentais para o cálculo da distância total percorrida, que é a distância do momento da visualização do objeto até o momento da parada do veículo?

Tempo de reação e velocidade inicial

07) Em relação a conscientização da utilização das leis da física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo?

Que devemos prestar mais atenção, ficar atento aos sinais.

07) Em relação a conscientização da utilização das leis da física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo?

que devemos estar sempre atentos e não nos distrairmos

07) Em relação a conscientização da utilização das leis da física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo?

Se obtido pelo tempo de reação obtido ao perceber um objeto no qual se percebe na velocidade maior, não ser o friso ao um repouso.

07) Em relação a conscientização da utilização das leis da física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo?

Que devemos ter um bom tempo de reação para evitar colisão.

07) Em relação a conscientização da utilização das leis da física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo?

A conscientização de saber com a maior velocidade que dirige um veículo mais difícil de freiar caso tente evitar uma colisão.

07) Em relação a conscientização da utilização das leis da física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo?

Que até mesmo com a física conseguimos como funciona a trânsito.

07) Em relação a conscientização da utilização das leis da física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo?

que podemos evitar qualquer acidente sem ficando atento ao espaço entre as coisas, e ter noção da velocidade que estamos em situação de emergência.

07) Em relação a conscientização da utilização das leis da física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo?

Pode-se aprender a utilizar a frenagem corretamente.

A aquisição de conhecimentos valiosos sobre educação de trânsito pelos alunos foi observada como resultado direto de seu envolvimento com os estudos de física em sala de aula. Ao comparar os resultados do pré-teste e do pós-teste, ficou evidente uma notável disparidade. Os alunos exibiram habilidades aprimoradas de resolução de problemas no contexto de questões de trânsito e demonstraram participação ativa e atenção durante as atividades atribuídas. Embora estas conquistas sejam louváveis, é importante reconhecer que ainda há muito espaço para melhorias, a fim de alcançar resultados ainda mais favoráveis.

Os resultados revelaram que os alunos envolvidos com a aplicação do jogo durante o uso do produto educacional demonstraram maior confiança na expressão das suas ideias e explicações sobre cinemática e educação de trânsito, obtendo consequentemente resultados convincentes na escrita.

A aprendizagem significativa foi facilitada pela implementação do produto educacional, à medida que os alunos se envolveram ativamente em discussões relacionadas com cenários da vida real. A sua vontade de participar indica uma inclinação natural para a aprendizagem, destacando o seu papel essencial no processo de aprendizagem.

Ausubel (2003) afirma que o organizador comparativo é uma ferramenta valiosa para os alunos assimilarem novas informações, fornecendo conceitos claros e acessíveis. Auxilia na compreensão da cinemática e da educação no trânsito, enfatizando as semelhanças e distinções entre o assunto ensinado e o que já é conhecido, presente nos pensamentos do aluno e facilmente acessíveis.

## 6 CONCLUSÕES

Ao longo da pesquisa, o estudo apoiou-se nas teorias de Ausubel (2003) como forma de compreender a mecânica da aprendizagem e da aprendizagem significativa. O objetivo foi conhecer a realidade dos alunos para ensinar a disciplina de Física de forma motivadora. Isso levou à criação de um jogo para facilitar o processo de ensino-aprendizagem específica para o estudo de cinemática, voltada para alunos do 1º ano do Ensino Médio.

Ao integrar abordagens de conteúdo e utilizar o software, a criação de jogo, intitulado “Pé no Freio!”, proporcionou aos alunos a oportunidade de aprimorar sua compreensão das intrincadas conexões entre cinemática e educação no trânsito. Esta abordagem capacita os alunos a manipularem ativamente ferramentas didáticas, permitindo-lhes investigar e explicar fenômenos observados, testar as suas próprias hipóteses e fazer previsões precisas com base nas suas experiências práticas.

Dessa forma, o autor do software conduziu aulas no laboratório de informática com o intuito de orientar os alunos para o aprendizado prático. Elas oferecem oportunidades para que se envolvam nas atividades de resolução de problemas propostas. É evidente que as aulas voltadas para cinemática e educação no trânsito desempenham um papel crucial na aquisição de novos conhecimentos. Como resultado, o pós-teste revelou que os alunos obtiveram resultados positivos nos seus trabalhos sobre o conteúdo abordado, demonstrando o seu entusiasmo e motivação para enfrentar as situações-problema que lhes foram apresentadas.

O jogo implementado atingiu com sucesso seus objetivos, pois foi recebido calorosamente pelos alunos participantes da pesquisa. Esta recepção positiva não só demonstrou uma motivação renovada para o estudo da Física e das suas aplicações práticas como também se revelou adequada ao estudo proposto. A capacidade do jogo de associar diferentes ideias e contextos, bem como integrar vários conceitos físicos e de trânsito relacionados, contribuiu ainda mais para a sua eficácia.

Ressalta-se a importância e o valor do conhecimento existente dos alunos, pois atuam como um caminho para o crescimento e aprimoramento do conhecimento. Além disso, o reconhecimento das concepções anteriores dos alunos através de cenários da vida real encontrados no trânsito melhorou muito as interações e discussões em sala de aula. Isto não só mostrou a interligação de ideias decorrentes

de experiências acadêmicas e pessoais, mas também enriqueceu o processo de aprendizagem.

Nessa perspectiva, houve uma aprendizagem significativa e ao longo da aplicação do produto educacional as atividades demonstraram uma ampliação gradual dos conceitos de Física e de trânsito, desde uma apresentação inicial de ideias desconexas, até o momento final, de conceitos gerais e específicos bem elaborados, bem como a integração entre eles, dando a entender que eram capazes de compreender o conceito numa dimensão mais ampla, aplicável a diferentes contextos.

Nessa perspectiva, houve um conhecimento substancial adquirido e ao longo da utilização do produto educacional, os testes apresentaram um desenvolvimento gradual dos princípios da Física e do trânsito, começando com ideias fragmentadas e culminando em conhecimento bem-estruturado de princípios gerais e conceitos específicos, demonstrando capacidade de compreensão do conceito numa escala mais ampla, adaptável a diversas situações.

## REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. **Escola reflexiva e nova racionalidade**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.
- ALAVI, M.; ALIAGA, S.; MURGA, M. Máquinas de estados finitos. **Rev. Inv. Santo. I.**, La Paz, v. 8, nov. 2016 Disponível em: [http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2415-23232016000100005&lng=es&nrm=iso](http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-23232016000100005&lng=es&nrm=iso). acessado em 05 ago. 2024.
- ALMEIDA, M. E. B. Narrativas digitais e o estudo de contextos de aprendizagem. **Revista em Rede**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, 2014.
- ANTONOWISKI, Ricardo; ALENCAR, M. V.; ROCHA, L. C. T. Difficulties to learn and to teach modern physics. **Scientific Electronic Archives**, v. 10, n. 4, p. 50-57, 2017.
- AUGRAS, Monique. **Opinião pública: teoria e prática**. Vozes, 1974.
- APERIBENSE, P. G. G. S. et al. **O uso de metodologias ativas na formação do profissional enfermeiro** – Tribunal do júri simulado: uma experiência de sucesso. In: Congresso Iberoamericano de Ciência, Tecnologia, Inovação e Educação, 2014, Buenos Aires, 2014.
- ARANHA, M. L. da A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando**: introdução à Filosofia. 2 ed. rev. atual. São Paulo: Moderna, 1993.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimento**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Paralelo, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução de Eva Nick *et al.* 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. New York: Holt, 1978.
- AUSUBEL, D. P. **The aquisition and retention of knowledge**: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick *et al.* 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. p. 625.
- BACHELARD, G. O novo espírito científico. *In*: GEBARA, M. J. F. Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- BAGDONAS, A.; GURGEL, I.; ZANETIC, J. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n.2, p. 242-260, jul./dez. 2014
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2006/2011.

BARROWS, H. S. A Taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**, [s. l.], v. 20, p. 481-486, 1986.

BARROWS, H. S.; TAMBLYN, R. **Problem-based learning: an approach to medical education**. New York: Springer, 1980.

BEHRENS, M. A. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 6 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BLOOM, B. S. Taxonomy of educational objectives: 1956

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)**. Brasília: MEC, 1997. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859). Acesso em: 3 mar. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+**. Brasília: MEC, 2002. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12598%3Apublicacoes&Itemid=859). Acesso em: 3 mar. 2020.

BRITO R. C. de, MARTENDAL D.M., OLIVEIRA H.E.M. de. **Máquinas de estados finitos de Mealy e Moore**. UFSC, Florianópolis. Trabalho da disciplina de Teoria da Computação, Bacharelado em Ciências da Computação, 2003.

BROUSSEAU, G. **Ingénierie didactique. d'un problème à l'étude à priori d'une situation didactique**. Deuxième École d'Été de Didactique des mathématiques. Paris: Olivet, 1996.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Ática, 2008.

CABRERA, W. B.; SALVI, R. F. A ludicidade no Ensino Médio: aspirações de pesquisa numa perspectiva construtivista. **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, Brasil, 2005.

CAVALCANTI, K. M. P. H. GUIMARÃES, C. C. BARBOSA, E. L. C. M. & SÉRIO, S. S. Ludo Químico: um jogo educativo para o ensino de química e física. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia, SP: ENPEC, 2013. p. 1–8.

CHAVES, W. M. Dicotomia teoria e prática, variáveis intervenientes e práxis pedagógica. *In: Encontro Fluminense de Educação Física Escolar*, 4., 2000, Niterói. **Anais** [...] Niterói: EnFEFE, 2000. p. 65-68.

DELISLE, R. **Como realizar a aprendizagem baseada em problemas**. Porto: ASA, 2000.

DEWEY, J. **Democracia e educação**: introdução à filosofia da educação. Tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. 4. ed. São Paulo: Editora Nacional, 1979.

ERICKSON, F. Qualitative methods in research on teaching. *In: WITTROCK, M. C. (ed.). Handbook of research on teaching*. 3. Ed. New York: Macmillan Publishing Co, 1986.

FALKEMBACH, G. A. M. **O lúdico e os jogos educacionais**. *In: Mídias Na Educação – Módulo 13, CINTED*, Rio Grande do Sul, 2007. Disponível em: [http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura\\_1.pdf](http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf). Acesso em: 04 mar. 2020.

FERNANDES, A. **A inteligência aprisionada**: abordagem psicopedagógica clínica da criança e sua família. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **Lições de Física de Feynman**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**. 8. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos metodológicos. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

FORTUNA, T. R.; BITTENCOURT, A. D. da S. de. Jogo e educação: o que pensam os educadores. **Revista Psicopedagogia**, Rio Grande do Sul, n. 20, v. 63, p. 234-42, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FRIEDMAN, A. **Brincar, crescer e aprender**: o resgate do jogo infantil. São Paulo: Editora Moderna, 1996.

GADOTTI, M. **História das idéias pedagógicas**. 8. ed. São Paulo: Ática, 2001.

GEBARA, M. J. F. **O ensino e a aprendizagem de Física**: contribuições da História da Ciência e do movimento das concepções alternativas - um estudo de caso. Orientador: Prof. Dr. Décio Pacheco. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, 2001.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai/jun, 1995.

GRANDO, R. C. **O jogo suas possibilidades metodológicas no processo ensino-aprendizagem da Matemática**. 1995. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1995.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Física 2**. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006. v. 3.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos da Física**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HENARES DE MELO, M. C.; CRUZ, G. de C. Roda de conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no Ensino Médio. *Imagens Da Educação*, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 31-39, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v4i2.22222>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/22222>. Acesso em: 1 nov. 2021.

KCLUCKHOHN, F. R. O método da observação participante no estudo das pequenas comunidades. **Sociologia**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 103-18, abr./jun. 1994.

KOBASHIGAWA, H. A. *et al.* Estação Ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *In: SEMINÁRIO NACIONAL ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA*, 4., 2008, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: AABC, 2008. p. 212-217.

LAMBROS, A. **Problem-based learning in middle and high school classrooms – a teacher's guide to implementation**. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc., 2004.

LAZZAROTTO, Cicera R. *et al.* CHANGE-seq reveals genetic and epigenetic effects on CRISPR–Cas9 genome-wide activity. **Nature biotechnology**, v. 38, n. 11, p. 1317-1327, 2020.

LEITE, L.; ESTEVES, E. Ensino orientado para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas na Licenciatura em Ensino da Física e Química. *In: SILVA, B.; ALMEIDA, L. (ed.). Atas do Congresso Galaico-Português de Psicopedagogia*. Braga: CIED - Universidade do Minho, 2005. p. 1751-1768,.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?** Novas exigências educacionais e profissão docente. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1991.

LIBÂNEO, J. C. *et al.* **Educação escolar: políticas, estrutura e organização**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2007. (Coleção Docência em Formação).

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** 9. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

LIBERALI, F. C. **Formação crítica de educadores: questões fundamentais.** Campinas, SP: Pontes, 2010.

LOPES, M. da G. **Jogos na educação: criar, fazer e jogar.** São Paulo: Cortez, 2001.

LORENZ, K. Ação de instituições estrangeiras e nacionais no desenvolvimento de materiais didáticos de ciências no Brasil: 1960-1980. **Revista Educação em Questão**, [s. l.], v. 31, n. 17, 15 abr. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/educacaoemquestao/article/view/3903>. Acesso em: 22 nov. 2021.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 8 ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MARIN, M. J. S.; LIMA, E. F. G.; PAVIOTTI, A. B.; MATSUYAMA, D. T.; SILVA, L. K. D.; GONZALEZ, C.; DRUZIAN, S.; ILIAS, M. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das Metodologias Ativas de Aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 13–20, 2010.

MATTOS, M. G; ROSSETTO JÚNIOR, A. J; BLECHER, S. **Teoria e prática da metodologia da pesquisa em educação física: construindo sua monografia, artigo científico e projeto de ação.** São Paulo: Phorte, 2003.

MELO, V. F. de. O uso de júri simulado como metodologia de ensino ativa. **Nova Escola**, [s. l.], 4 jul. 2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18041/o-uso-de-juri-simulado-como-metodologia-deensino-ativa>. Acesso em: 20 nov. 2021.

MIRANDA, L. V. de. **Aplicação de máquina de estados em jogos digitais.** 2014. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas e Tecnologia da Informação) – Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, SP, 2014.

MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M. S. T. **O ensino de Física e o enfoque CTSA: caminhos para a educação cidadã.** São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MORAES, M. C. **O paradigma educacional emergente.** Campinas, SP: Papyrus, 1997.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva.** Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2011.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí/RS: Editora Unijuí, 2016.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos**: novos desafios e como chegar lá. 2. ed. Campinas, SP: Papyrus, 2007.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. *In*: SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. PG: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. (Coleção Mídias Contemporâneas). Disponível em: [https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf). Acesso em: 8 fev. 2020.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos**: novos desafios e como chegar lá. 5. ed. Campinas: Papyrus, 2014.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência e Cultura**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 474-479, 1980.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UNB, 2006.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. **Aula inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais**, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, *Curriculum, La Laguna, Espanha*, 2012.

MORIN, E; CIURANA, E; MOTTA, R. D. **Educar na era planetária**: o pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2007.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996.

MORIN. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertrand, 2000.

NASCIMENTO, T. E.; Coutinho, C. **Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências**. Santiago: Multiciência Online, URI, 2016

NETO, B. H. A sequência Fedathi como proposta metodológica no ensino-aprendizagem de matemática e sua aplicação no ensino de retas paralelas. *In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORDESTE*, 15., 2001. São Luís. **Anais [...]** São Luís: EPENN, 2001.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.

NOVAK, Joseph D. Learning theory applied to the biology classroom. **The American biology teacher**, v. 42, n. 5, p. 280-285, 1980.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. 4. ed. rev. São Paulo: Blucher, 2002. v. 2.

OLIVEIRA, F. F.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 447-454, 2007.

OLIVEIRA, R. J. Bachelard: o filósofo professor ou o professor filósofo *In: OLIVEIRA, R. J. A escola e o ensino de ciências*. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2000. p. 59-101.

OLIVEIRA, M. R. R. **O primeiro olhar**: experiência com imagens na educação física escolar. 2004.177 f. Tese (Mestrado em Educação Física) – Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

OLIVEIRA, A. S.; SOARES, M. H. S. B. Júri químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 21, p. 18-24, maio 2005.

OLIVEIRA, M. M. de. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2013.

PAIXÃO, M. S. S. L.; FERRO, M. G. D. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. *In: CARVALHO, M. V. C; MATOS, K. S. L. (org.). Psicologia da Educação*: teorias do desenvolvimento e da aprendizagem em discussão. Fortaleza: 2015. p. 91-130.

PEDROSO, C. V. Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO*, 9., 2009, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Conedu, 2009.

PEREIRA, R. F; FUSINATO, P. A; NEVES, M. C. D. Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ENPEC, 2009. p. 1-12.

PÉREZ, G. *et al.* Para uma imagem n distorções conceituais dos atributos do som ão deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PRADO, L.; SILVA, M. Utilização de júri simulado com duas turmas do curso de Medicina Veterinária – estudo de caso. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL SALESIANO DE EDUCAÇÃO, 3., 2017, Lorena. **Resumos [...]**. Lorena: Conise, 2017.

PRINCE, M. **Does active learning work?** A review of the research. [S. l.]: Journal of Engineering Education, 2004.

PYGAME CONTRIBUTORS. (2024). **Pygame Documentation**. Disponível em: <https://www.pygame.org/docs/>. Acesso em: 10 out. 2024.

RABELO, E. H. **Avaliação**: novos tempos, novas práticas. Petrópolis: Vozes, 1998.

RODAS DE PAZ, A.; HOWSE, J. Python game programming by example. [S. l.] : Packt Publishing, 2014.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**: a ciência vista como uma vela no escuro. Tradução: Rosaura Eichenberg. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política. 32. ed. Campinas, SP: Autores associados, 1999.

SAVIANI, D. **A pedagogia no Brasil**: história e teoria. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

SANTOS, C. L.; VALE, F. S. do. **Jogos eletrônicos na educação**: um estudo da proposta dos jogos estratégicos. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2006.

SEBESTA, R. W. **Conceitos de linguagens de programação**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

SELBACH, S. *et al.* **Ciências e didática**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

SILVA, B. V. C. Júri simulado: o uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. **Física na Escola**, Natal, RN, v. 10, n. 1, 2009.

SILVA, P. A. S. *et al.* O Laboratório de Metodologias Inovadoras e sua pesquisa sobre o uso de metodologias ativas pelos cursos de licenciatura do UNISAL, Lorena: estendendo o conhecimento para além da sala de aula. **Revista Ciências da Educação**, Americana, ano 15, v. 2, n. 29, p. 67-79, jun./dez. 2013.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. **UFSC, Florianópolis, 4a. edição**, v. 123, n. 4, p. 138, 2005.

SOUZA, A. E.; MORGADO, R. B. C. F.; PRETO, V. E. M.; RAUCH, R. B. Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior de Tecnologia. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5., 2015, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: EDUCERE, 2016.

SOUZA, M. J. A. **Aplicações da Sequência Fedathi no ensino e aprendizagem da Geometria mediado por tecnologias digitais**. 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

STRAUSS, A. L.; CORBIN, J. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. Artmed, 2008.

SWEIGART, A. **Making games with python & Pygame: a complete guide to game development**. [S. l.]: No Starch Press, 2013

TAVARES, R. Aprendizagem Significativa e o ensino de Física. **Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação**, João Pessoa, 28., reunião anual, 2016.

TEDESCO, J. C. (org.). **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?** São Paulo: Cortez, 2004.

TEIXEIRA, C. E. J. **A ludicidade na escola**. São Paulo: Loyola. Togni, A.C.; Bersch, 1995.

TRUJILLO, F. A. **Metodologia da pesquisa científica**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1982.

RABELO, E. H. **Avaliação: novos tempos, novas práticas**. Petrópolis: Vozes, 1998.

RABELO, G. O jornal escolar O Estudante Orleanense: não podemos tornar as crianças felizes, mas podemos fazê-las felizes tornando-as boas (Santa Catarina, 1949-1973). **Revista História da Educação**, Santa Maria, v. 17, n. 40. mai./ago. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/heduc/a/5BMNg5TdmKTXkz8zbYy4tXG/?format=pdf&lang=pt>. Acesso: 10 jan. 2020.

RAMALHO, F.; FERRARO, N.; TOLEDO, P. **Os fundamentos da física**. 8. ed. São Paulo: Moderna, 2003.

TAROUCO, L. M. R.; KONRATH, M. L. P.; CARVALHO, M. J. S.; AVILA, B. G. Formação de professores para produção e uso de objetos de aprendizagem. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, 2006. DOI: 10.22456/1679-1916.13886. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/13886>. Acesso: 13 set. 2021.

THIESEN, J. S. da. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 39, p. 545-598, set./dez. 2008.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1985.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2008.

VALENTE, J. A. Comunicação e a Educação baseada no uso das tecnologias digitais de informação e comunicação. **Revista UNIFESO – Humanas e Sociais**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 141-166, 2014.

VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. Buscando elementos na internet para uma nova proposta pedagógica. *In*: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F; BERNARDO, J. R. R. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do gato. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (on-line)**, [s. l.], v. 16, p. 203-226, 2014.

VOLPATO, G. Jogo e brinquedo: reflexões a partir da teoria crítica. **Educação e Sociedade**, [s. l.], v. 23, n. 81, p. 217-226, 2002.

WELTI, R. Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. **Enseñanza De Las Ciencias**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 261-270, 2002.

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

## APÊNDICE A – ROTEIRO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

**CHARLES DA COSTA CUNHA**

**JOGO ELETRÔNICO “PÉ NO FREIO”**

**TERESINA**

**2024**

**CHARLES DA COSTA CUNHA**

**JOGO ELETRÔNICO “PÉ NO FREIO”**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação **JOGO ELETRÔNICO “PÉ NO FREIO”: VÍDEO GAME COMO MÉTODO INTERDISCIPLINAR DE ENSINO DE CINEMÁTICA E EDUCAÇÃO NO TRÂNSITO** desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na linha de pesquisa Recursos Didáticos para o Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física

**Orientador(a):** Prof. Dr. Alexandre de Castro Maciel

**TERESINA**

**2024**

## APRESENTAÇÃO

O jogo eletrônico “Pé no Freio!”: vídeo game como método interdisciplinar de ensino de cinemática e educação no trânsito, projetado especificamente para professores de física do ensino médio de diversas redes de ensino, é uma metodologia meticulosamente elaborada e o culminar de uma dissertação de mestrado profissional em ensino de física, realizada na conceituada Universidade Federal do Piauí, sob a orientação especializada do professor Dr. Alexandre de Castro Maciel.

O conteúdo a seguir descreve uma estratégia para envolver conceitos de cinemática com base na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel de 2003. O objetivo é promover uma compreensão mais profunda, que supere a mera memorização mecânica, conectando-se com as próprias experiências do aluno e construindo sobre suas experiências existentes.

Mesmo com a crescente evolução das novas tecnologias educacionais, como quadro digital por exemplo, a física continua sendo, na maioria das escolas do nosso país, ensinada segundo métodos tradicionais, não deixando de mão pincéis, quadro e livro didático. Em função desse comportamento, cresce a apatia dos estudantes pela matéria, pois, nessa conjuntura, o aspecto que mais se destaca é a sua abordagem matemática, com um formalismo que distancia o aluno da disciplina e o impede de compreender os princípios físicos mais importantes. A relação existente entre a física ensinada em sala de aula e essas novas tecnologias é vasta, mas pouco explorada. Não é, no entanto, objetivo deste trabalho explorar as causas desse fenômeno, mas apresentar estratégias que apontem um caminho alternativo e que possam fazer o aluno compreender mais rapidamente o conteúdo. Com isso, utilizaremos uma noção de que relacionar conhecimentos da sala de aula com a realidade dos alunos é um pré-requisito necessário à sua formação, tornando-os mais conscientes e participativos do seu papel na comunidade global, onde a ciência e tecnologia prevalecem.

Uma das novas tecnologias que pode ser usada como ferramenta para facilitar a compreensão dos alunos é a introdução da linguagem Python na educação. Esta linguagem é de fácil acesso, aprendizagem e ampla aplicação em diversas áreas do conhecimento, como programação de jogos e inteligência artificial, além de permitir aos alunos que possam criar programas com o objetivo de resolver problemas do mundo real. A utilização da linguagem Python na educação é capaz de promover

habilidades de resolução de problemas, pensamentos computacionais e criativos, que podem ajudar os alunos a entenderem melhor conceitos matemáticos e científicos.

O uso da linguagem Python no ensino de física tem se mostrado uma ferramenta que pode ser utilizada para ajudar os alunos a compreenderem com mais facilidade os conceitos da disciplina de forma mais dinâmica e como eles se aplicam a determinadas situações, tornando o aluno capaz para realizar simulações e visualizar fenômenos físicos.

Neste trabalho de dissertação, apresentamos, como produto educacional, um *software* criado pelo autor da dissertação com auxílio do seu orientador para o ensino de mecânica a partir da análise de acidentes de trânsito utilizando a linguagem Python. Complementando o desenvolvimento do software, foi aplicado o conceito de máquina de estado, o qual é amplamente utilizado em diversas áreas da ciência da computação e engenharia, como projeto de circuitos digitais, programação de software, automação e teoria computacional. A máquina possui alguns componentes que organizam seu funcionamento, como: o conjunto finito de estado que uma máquina pode estar, como também um conjunto de eventos ou sinais externos que causam uma mudança de estado para outro, além da transição que determina como a máquina pode mudar de estado para outro: o estado inicial, que é o estado que a máquina começa a funcionar, e por fim, os estados de aceitação, que são usados para reconhecimento de padrões.

O software será aplicado em sala de aula, preferencialmente no laboratório de informática, com alunos do ensino médio e superior, como estratégia de ensino, usando recursos tecnológicos para melhor compreensão dos alunos no ensino de mecânica. Durante a aplicação do software, será observado o comportamento de um veículo ao percorrer um trecho retilíneo, onde será acionado apenas o freio para evitar a colisão com o veículo a sua frente e a sua traseira. Toda essa discussão irá se ancorar na aprendizagem significativa de Ausubel.

Este programa de aplicação de produto educacional inclui material complementar para o ensino de cinemática, que foi desenvolvido com alunos da primeira série do ensino médio para participar de um jogo desenvolvido em Python 3 (versão 3.11.3), e usa a biblioteca PyGame (versão 2.5.2) em um computador do tipo PC com sistema operacional Windows 10, como ferramentas facilitadoras no processo pedagógico de construção do conhecimento das grandezas física velocidade, aceleração, tempo de reação e distância percorrida no processo de frenagem.

Esse produto foi planejado para duas aulas presenciais. Nesse cenário, esperamos que os professores que estão sempre em busca de novas estratégias de ensino utilizem nosso jogo, que os ajudará a planejar suas aulas, lidar com conteúdo de cinemática e, assim, potencializar o aprendizado dos alunos sobre os conteúdos abordados nesse ramo da física.

Ao implementar as estratégias de ensino fornecidas por este produto, os alunos poderão participar de atividades em sala de aula e aprimorar sua experiência de aprendizagem. Essas estratégias, quando utilizadas de maneira bem estruturada e com objetivos específicos em mente, alinham-se com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Eles incentivam os alunos a conectarem seus conhecimentos prévios a aplicações da vida real, promovendo a formação de novos conhecimentos. No geral, estas estratégias desempenham um papel crucial na facilitação do processo instrucional e na promoção da participação ativa dos alunos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo geral**

Produzir um jogo eletrônico como metodologia no ensino e aprendizagem de velocidade, tempo de reação e distância percorrida no processo de frenagem, proporcionando aos alunos do ensino médio, oportunidade de desenvolvimento de competências e habilidades em cinemática.

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar conhecimentos prévios dos alunos acerca de velocidade, tempos de reação e distância na frenagem;
- Elaborar um jogo eletrônico como método interdisciplinar de ensino de cinemática e educação no trânsito, considerando a aprendizagem significativa em Ausubel;
- Aplicar a pesquisa translacional para estabelecer uma conexão efetiva entre teoria e prática, visando aprimorar a compreensão dos conceitos de física em cinemática pelos alunos do ensino médio;

- Avaliar aprendizagem dos alunos participantes do jogo eletrônico abordando a física da cinemática;
- Analisar as contribuições do jogo eletrônico pé no freio para o processo ensino-aprendizagem de cinemática.

## **ROTEIRO DE APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

A seção subsequente fornecerá uma visão abrangente do planejamento em detalhes envolvido na implementação de produto educacional, abrangendo um total de 4 fases ou sessões distintas. No entanto, iremos esboçar alguns passos que podem ser implementados no ambiente de sala de aula, com o entendimento de que podem ser necessárias modificações para alinhar com os objetivos específicos do professor e as realidades do ambiente de aprendizagem. É importante notar que a eficácia destas aplicações pode ser influenciada pela implementação destas etapas acima mencionadas.

### **1.1 Primeira etapa: pré-teste**

Durante a fase inicial, aplicamos um pré-teste em sala de aula para avaliar a compreensão existente dos alunos e os conceitos prévios relacionados à cinemática.

No pré-teste, os alunos encontrarão um questionário (Anexo A), composto por 10 questões objetivas. Estas questões centram-se em conceitos básicos de cinemática, como: movimento e repouso, tempo de reação, distância percorrida durante o tempo de reação, fatores físicos e fisiológicos que podem influenciar o tempo de reação, classificação do movimento em progressivo, retrógrado, acelerado e retardado, conhecimento sobre distancia total percorrida durante o percurso total (visualização do objeto até a parada) e característica dos movimento em uma dimensão que são fundamentais para as experiências diárias dos alunos.

Através da aplicação de um questionário, foi avaliado o conhecimento existente dos alunos sobre os conteúdos citados acima. Como resultado, é responsabilidade do professor determinar se há necessidade de introduzir uma abordagem ou estratégia que aborde as questões destacadas pelos dados obtidos no pré-teste. Conseqüentemente, as restantes estratégias construídas neste plano foram formuladas com base nas necessidades específicas dos alunos, considerando as questões e potenciais respostas identificadas durante o pré-teste.

### **1.2 Segunda etapa (1 aula): explicação das regras do jogo**

Na segunda etapa, trabalharemos com a explicação do jogo de forma relacionada com os conteúdos que foram abordados no pré-teste, objetivando a organização prévia de tais conteúdos e revelando os possíveis conhecimentos empíricos que os discentes expuseram em suas respostas.

Os materiais utilizados foram computadores com o software instalado: após executar o jogo e colocar seu nome na tela inicial, o discente vai iniciar o jogo apertando a tecla “*enter*”. O carro do jogador sempre inicia a partida com velocidade superior à dos outros carros. Se o jogador não fizer nada, o carro amarelo do jogador vai colidir com o carro vermelho que está à frente. O objetivo do jogador é evitar essa colisão usando o freio do carro apenas até que o carro amarelo passe pela bandeira de chegada. Para acionar o freio, deve-se pressionar a tecla “barra de espaço”. O jogador pode frear continuamente segurando a barra de espaço ou frear em pequenos acionamentos com toques rápidos na barra de espaço. Nesta perspectiva, espera-se que os alunos desenvolvam competências e habilidades, como as de conscientização das leis da física aplicadas no trânsito, principalmente tempo de reação, velocidade no momento do ocorrido e distância total percorrida, e com isso, o aprofundar os conceitos físicos que estão sendo trabalhados, além de visualizarem tais fenômenos com maior clareza utilizando software.

Esta etapa, aliada ao pré-teste, dará suporte para a formação dos organizadores prévios na estrutura cognitiva dos alunos.

### **1.3 Terceira etapa (1 aula): aplicação do jogo pelos alunos**

A terceira etapa é constituída pela aplicação do jogo pelos discentes para praticar o que foi apresentado e discutido na etapa anterior. Esta ação foi prevista para uma aula. Nela, os alunos iniciam o jogo “Pé no Freio!” aplicando os conhecimentos dialogados em momentos anteriores e conhecimentos prévios, e com isso, poderão relacioná-los com os conceitos do cotidiano, mostrando se essas concepções foram modificadas ou ampliadas.

Através da aplicação do jogo, os alunos se encontram frente a uma situação-problema de aplicação diária na sua vivência. Com isso, expõem, depois da utilização do jogo, pensamentos críticos sobre a situação do trânsito local, sobre os quais foram capazes de debater baseando-se nos conhecimentos científicos adquiridos em sala de aula.

#### **1.4 Quarta etapa: pós-teste**

Ao longo da fase final, aplicamos um pós-teste em sala de aula para avaliar a compreensão adquirida pelos alunos relacionados à cinemática.

Nesse pós-teste, os alunos encontraram um questionário (Anexo B) composto por 5 questões objetivas e 2 questões subjetivas. Estas questões centram-se em conceitos básicos de cinemática e conhecimento adquirido após a aplicação do jogo, com ênfase ao tempo de reação, distância percorrida durante o tempo de reação, fatores físicos e fisiológicos que podem influenciar o tempo de reação e conhecimento sobre distância total percorrida durante o percurso total (visualização do objeto até a parada), que são fundamentais para a utilização diária dos alunos.

Através da aplicação desse questionário, foi avaliado o conhecimento existente e adquirido pelos alunos sobre os conteúdos citados acima. Como resultado, é de responsabilidade do professor determinar se há necessidade de introduzir uma abordagem ou estratégia que aborde as questões destacadas pelos dados obtidos no pós-teste. Conseqüentemente, as restantes estratégias construídas neste trabalho serão formuladas com base nas necessidades específicas dos alunos, considerando as questões e potenciais respostas identificadas durante o pós-teste.

#### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando os pontos que foram abordados através do jogo “Pé no Freio!”, o professor avaliará a compreensão dos alunos sobre os conceitos físicos para determinar se eles os compreenderam de forma significativa. Enfatizamos que nosso jogo abordará os conteúdos de cinemática, examinando as habilidades e competências dos alunos. Para isto, utilizará conteúdos físicos presentes em todas as ações com a utilização do jogo.

Desta forma, sugerimos que o jogo seja aplicado após concluída a instrução em sala de aula, com a aplicação dos conceitos e utilização do conhecimento existente como meio de reforçar sua compreensão dos fenômenos físicos. É importante observar que a utilização do jogo não deve ser vista como um substituto para as aulas presenciais. Em vez disso, deve ser visto como uma ferramenta adicional para melhorar a experiência de ensino e aprendizagem na área da Física, particularmente

na área da cinemática. Em última análise, nosso objetivo é que este projeto ajude no avanço da aprendizagem autônoma e significativa.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick *et al.* 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

HALLIDAY, D. **Fundamentos de física: mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

SERWAY, J. H.; RAYMOND A. **Princípios de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

VILLAS BÔAS, N. **Tópicos de física 1: conecte live**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

**APÊNDICE B – PRÉ-TESTE****NOME:** \_\_\_\_\_ **IDADE:** \_\_\_\_\_ **SEXO:** ( ) M ( ) F

- 01) Em relação a determinado referencial quando pelo menos uma de suas coordenadas de posição em relação a esse referencial varia com o passar do tempo.  
( ) movimento ( ) repouso
- 02) É a linha constituída, durante certo intervalo de tempo, pelo conjunto das posições sucessivas de uma partícula em relação a um determinado referencial.  
( ) espaço ( ) tempo ( ) trajetória
- 03) Representada geralmente por  $s$  ou  $x$ , é uma coordenada de posição – positiva ou negativa – que permite localizar uma partícula em uma trajetória pré-conhecida.  
( ) espaço ( ) tempo ( ) trajetória
- 04) É o somatório dos módulos de todas as variações de espaço ocorridas no intervalo de tempo considerado, independentemente do sentido do movimento, sobre uma trajetória orientada:  
( ) variação do espaço ( ) distância percorrida ( ) trajetória
- 05) O intervalo de tempo existente entre o ato de enxergar e a atitude muscular para evitar uma colisão é denominado de:  
( ) tempo de compreensão ( ) tempo de reação ( ) tempo de parada
- 06) A partir do momento em que se inicia o processo de frenagem até o momento que o veículo atinge o repouso, o movimento pode ser classificado como:  
( ) acelerado ( ) retardado
- 07) Quando a intensidade (módulo) da velocidade escalar instantânea é sucessivamente crescente, o movimento é classificado como:  
( ) Progressivo ( ) Retrógrado ( ) Acelerado ( ) Retardado
- 08) Quando a intensidade (módulo) da velocidade escalar instantânea é sucessivamente decrescente, o movimento é classificado como:  
( ) Progressivo ( ) Retrógrado ( ) Acelerado ( ) Retardado
- 09) É todo aquele movimento, em linha reta, em que a velocidade escalar permanece constante (não nula).  
( ) Movimento Retilíneo Uniforme. ( ) Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.  
( ) Movimento Variado.
- 10) É todo aquele movimento, em linha reta, em que a velocidade escalar varia uniformemente com passar do tempo, isto é, sofre variações iguais em intervalos de tempo iguais.  
( ) Movimento Retilíneo Uniforme. ( ) Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.  
( ) Movimento Variado.

**APÊNDICE C – PÓS-TESTE**

**NOME:** \_\_\_\_\_ **IDADE:** \_\_\_\_\_ **SEXO:** ( ) M ( ) F

01) O intervalo de tempo existente entre o ato de enxergar e a atitude muscular para evitar uma colisão, é denominado de:

( ) tempo de compreensão ( ) tempo de reação ( ) tempo de parada

02) Durante a distância percorrida do ato de visualizar o objeto até a atitude muscular o veículo desloca-se com:

( ) Movimento Retilíneo Uniforme. ( ) Movimento Retilíneo Uniformemente Variado.  
( ) Movimento Variado.

03) O tempo de reação depende fatores físicos e fisiológicos, como: idade, sexo, concentração?

( ) sim ( ) não

04) A partir do momento em que se inicia o processo de frenagem até o momento que o veículo atinge o repouso, o movimento pode ser classificado como:

( ) acelerado ( ) retardado

05) A distância total percorrida durante o processo de frenagem é diretamente proporcional a qual grandeza?

( ) espaço ( ) tempo ( ) velocidade inicial ( ) aceleração

06) De acordo com o que foi apresentado no jogo quais grandezas são fundamentais para o cálculo da distância total percorrida, que é a distância do momento da visualização do objeto até o momento da parada do veículo?

---

---

---

07) Em relação a conscientização da utilização das leis da física no trânsito que aprendizado pode ser obtido com a aplicação do jogo?

---

---

---

## APÊNDICE D – MANUAL DO JOGO

O jogo intitulado pé no freio, que foi desenvolvido em Python 3 (versão 3.11.3) e usa a biblioteca PyGame (versão 2.5.2) em um computador do tipo PC com sistema operacional Windows 10. O jogo foi obtido no link [https://npex-ef.ufpi.edu.br/pe\\_no\\_freio](https://npex-ef.ufpi.edu.br/pe_no_freio). O código fonte do jogo “PÉ NO FREIO!” Após baixar o arquivo do jogo (**pe\_no\_freio.zip**), o mesmo deve ser salvo em um local onde será instalado e executado, para depois ser extraído o arquivo zipado para um diretório. No exemplo abaixo a extração foi realizada para o diretório **pe\_no\_freio**, no mesmo diretório do arquivo zipado. Acesse o diretório **pe\_no\_freio** para encontrar os arquivos e diretórios que compõem o jogo.

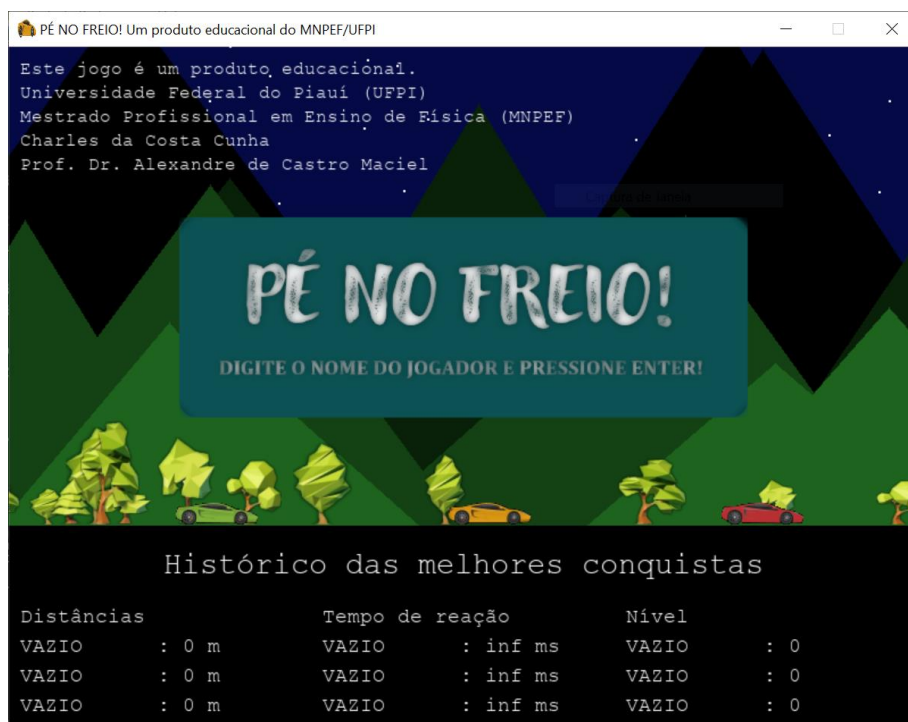
Figura 1 – Arquivos necessários para a execução do jogo: a) arquivo executável do jogo e os diretórios de dados e imagens; b) conteúdo do diretório data; e c) conteúdo do diretório imagem



Fonte próprio autor

Para executar o jogo, clique duas vezes no arquivo **pe\_no\_freio.exe**. A figura abaixo mostra a tela de início do jogo “PÉ NO FREIO!”. A resolução da tela é de 800x600 pixels e a tela não pode ser maximizada. O jogo está configurado para ser executado a uma taxa de atualização da tela de 60 Hz ou 60 FPS (*Frames per Second*). Entretanto, a taxa de atualização pode ser reduzida a depender do poder de processamento do computador a ser executado.

Figura 2 – Tela de início do jogo “Pé no Freio!”



Fonte: Do autor..

## UMA PARTIDA DO JOGO

O jogo tem seu início após o aluno digitar o seu nome (quatro ou mais caracteres) e pressionar “*enter*”, com isso, o jogo sai da tela de início para a tela de começo de nível. Esta tela, mostrada na Figura 3, aparece toda vez que o jogador for iniciar uma nova fase (ou nível) do jogo. Nela podemos ver algumas informações sobre o nível a ser iniciado. A primeira fase é o nível 1 e significa que o carro do jogador tráfegará a uma velocidade de 80 km/h. Os outros carros na pista estarão sempre a 70 km/h em todos os níveis. Nesta tela o jogador ainda não tem controle sobre o carro e precisa pressionar “*enter*” para dar início à fase.

Figura 3 – Tela de começo de nível.



Fonte: Do autor

Ainda na tela de início de nível podemos ver algumas outras informações sobre a partida. Temos na parte inferior esquerda da tela as informações sobre o nome do jogador (motorista), o nível em que ele está (começa com 1), a quantidade de vidas restantes (começa com 3), a velocidade inicial do nível (80 km/h para o nível 1) e a distância percorrida na partida (começa com 0 metros). Na parte inferior direita temos um marcador de velocidade instantânea em formato de gráfico de barra (de 0 km/h ao valor inicial em km/h) e um marcador numérico logo abaixo do marcador gráfico.

## REGRAS DO JOGO

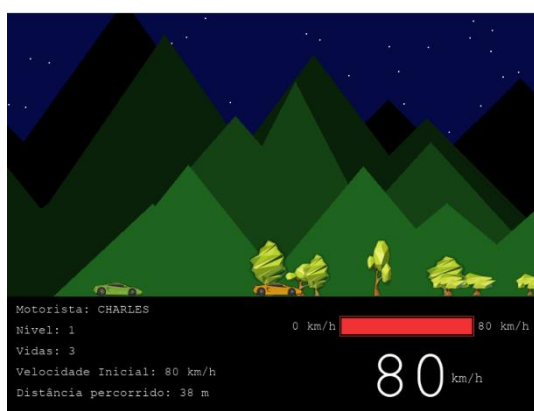
Durante todos os níveis, o jogador vai controlar apenas o freio de um carro (amarelo no centro da tela) que trafega em uma estrada com visibilidade de 25 metros à sua frente (ver Fig. 4.a). Na mesma estrada e próximo ao carro do jogador existem dois outros carros: um carro verde, que sempre inicia a fase sendo visto 10 metros atrás do amarelo, e outro carro vermelho, localizado em algum lugar à frente. A distância inicial entre o carro amarelo e o vermelho é sempre aleatória, variando de 35 a 65 metros. Portanto, o carro vermelho sempre iniciará em todos os níveis fora do alcance de visão do jogador. Ambos os carros, verde e vermelho, iniciarão todos os níveis com velocidade igual a 70 km/h, independente da velocidade inicial do carro amarelo do jogador, que depende do nível.

Como o carro do jogador sempre inicia a partida com velocidade superior à dos outros carros, se o jogador não agir, o carro amarelo do jogador irá colidir com o carro

vermelho que está à frente. O objetivo do jogador é evitar essa colisão, usando o freio do carro apenas até que o carro amarelo passe pela bandeira de chegada. Para acionar o freio o jogador deve pressionar a tecla “barra espaço”. O jogador pode frear continuamente segurando a tecla ou frear em pequenos acionamentos com toques rápidos na “barra espaço”.

Neste caso, o jogador pode pressionar “enter” para ir para a tela de início de nível, sendo o próximo nível igual a 2, com velocidade inicial igual a 90 km/h. Para passar de nível o jogador terá que sempre reduzir sua velocidade para no mínimo 70 km/h, evitando a colisão com o carro da frente.

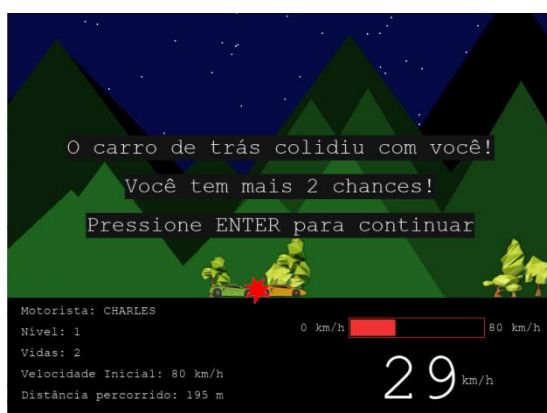
Figura 4 – Telas do jogo: a) condição inicial de um nível mostrando apenas o carro do jogador no centro da tela em amarelo e o carro de trás em verde; b) tela de perda de vida por ter acionado o freio antecipadamente; c) tela de perda de vida por ter colidido com o carro vermelho da frente; d) tela de perda de vida por ter colidido com o carro verde de trás.



(a)



(b)



(c)



(d)

Existem três (3) maneiras diferentes do jogador perder uma vida:

- d) A primeira delas é freando o carro prematuramente. Isso acontece quando o jogador aciona o freio antes do carro da frente aparecer na tela. Ou seja, o jogador perde uma vida se frear de forma antecipada. Nesse caso, o jogo mostra uma tela de perda de vida na qual o acionamento prematuro é representado por símbolos de interrogação sobre o carro amarelo (ver Fig. 4.b). Para evitar perder a vida por freio antecipado o jogador deve acionar o freio somente após qualquer parte do carro vermelho da frente aparecer na tela.
- e) Caso o jogador aguarde o momento correto para acionar os freios e reduza muito a velocidade do carro amarelo, é possível que o carro verde de trás colida com a traseira do carro amarelo antes do jogador atingir a bandeira de chegada. Nesse caso, o jogo mostra uma tela de perda de vida na qual a colisão é representada a colisão do carro verde na traseira do carro amarelo (ver Fig. 4.c).
- f) Caso o jogador aguarde o momento correto para acionar os freios, mas a redução de velocidade não é suficiente, o carro amarelo pode colidir na traseira do carro da vermelho da frente antes do jogador atingir a bandeira de chegada. Nesse caso, o jogo mostra uma tela de perda de vida na qual a colisão é representada, a colisão do carro amarelo na traseira do carro vermelho (ver Fig. 4.d). Nos três casos, o jogador será avisado na tela de perda de vida o motivo, quantas vidas ainda restam na partida e a instrução de pressionar “*enter*” para continuar e voltar à tela de início de nível.

Quando o jogador aciona os freios do carro, de forma não prematura, uma bandeira de chegada surge na estrada 100 metros à frente da posição do carro amarelo. Eventualmente a bandeira vai aparecer no campo de visão do jogador (ver Fig. 5.a). Se o jogador conseguir evitar a colisão com os carros da frente e de trás até cruzar com a bandeira de chegada, o jogador venceu o nível e será apresentada a tela de passagem de nível (ver Fig. 5.b).

Figura. 5 – a) A bandeira de chegada sendo exibida. b) A tela de passagem de nível



(a)

(b)

Se o jogador perder três vidas ele chega ao final do jogo (Figura 6). Isso pode ser devido a colisões, frenagem prematura ou simplesmente devido ao fato de que depois do nível 11, a distância de frenagem é maior que a distância inicial entre os carros.

Figura 6 – Tela de Fim de Jogo



Fonte: Do autor