K-Motion: um jogo educativo voltado para o ensino de mecânica clássica em física

Kauã M. Santos[1], **Eduardo A. C. Astrath**[1], **Frank W. C. Oliveira**[1], **Eduardo H. M. Cruz**[1]

[1] Instituto Federal do Paraná (IFPR) – Campus Paranavaí
Paranavaí – PR – Brasil

kauamarcondes002@gmail.com

{eduardo.astrath, frank.willian, eduardo.cruz}@ifpr.edu.br

Abstract. *Traditional Physics teaching methods often face challenges in engaging high school students, oscillating between purely playful software lacking theoretical foundations and technical simulators of high abstraction. This paper presents the development of the educational game K-Motion, an interactive application built using the Godot Engine focused on teaching Classical Mechanics. Inspired by artillery games, the system allows the user to freely manipulate variables such as velocity vectors, launch angles, gravitational acceleration, and wind forces to hit targets within the scene. The software was evaluated by a Physics specialist teacher, demonstrating high accuracy in scientific content, an intuitive interface, and strong potential as a complementary educational tool for the classroom.*

Resumo. *Os métodos tradicionais de ensino de Física frequentemente enfrentam desafios para engajar os estudantes do Ensino Médio, oscilando entre softwares puramente lúdicos sem fundamentação teórica e simuladores técnicos de alta abstração. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do jogo educativo K-Motion, uma aplicação interativa desenvolvida na Godot Engine voltada para o ensino de Mecânica Clássica. Inspirado em jogos de artilharia, o sistema permite ao usuário manipular livremente variáveis como vetor velocidade, ângulo de tiro, aceleração da gravidade e força do vento para atingir alvos no cenário. O software foi submetido à avaliação de um professor especialista em Física, demonstrando elevada precisão nos conteúdos científicos, interface intuitiva e alto potencial como ferramenta didática complementar para a sala de aula.*

1. Introdução

As necessidades das novas gerações, profundamente habituadas a uma realidade tecnológica, demandam da educação uma renovação e um aprimoramento constantes. Os métodos adotados na pedagogia tradicional frequentemente falham em engajar os jovens, uma vez que esse público está acostumado a ritmos acelerados e a dinâmicas lúdicas de interação [Prensky 2001]. Neste contexto, torna-se perceptível a crescente necessidade

Os autores agradecem a DIPE/PROPPI do Instituto Federal do Paraná (IFPR) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio na forma de bolsa de iniciação científica.

de uma inovação pedagógica capaz de introduzir novas metodologias e da precisão conceitual do ensino. Dessa forma, abordagens com a utilização de jogos digitais emergem como uma alternativa viável para sanar essa problemática. O uso efetivo dessas ferramentas gera um ambiente interativo e expositivo para a apresentação dos conteúdos, incentivando o estudante a atuar como um agente ativo na construção do próprio conhecimento [Gee 2003, Deterding et al. 2011].

No âmbito do ensino de física, contudo, essa estratégia frequentemente enfrenta limitações significativas. Muitas das ferramentas disponíveis oscilam entre dois extremos ineficientes: de um lado, softwares com alto apelo lúdico que negligenciam a teoria por trás dos fenômenos, do outro, simuladores puramente técnicos e de extrema complexidade abstrata que desmotivam os estudantes pela falta de engajamento prático [Veit and Teodoro 2002]. É nesse cenário que o presente trabalho busca inovar por meio de uma abordagem mais experimental e lúdica. O projeto tem como objetivo instruir os estudantes quanto aos conceitos de mecânica clássica, desmistificando a complexidade associada à disciplina através de uma experiência interativa que estimula a experimentação, a combinação de variáveis físicas e o aprendizado por tentativa e erro.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma. A Seção 2 apresenta os trabalhos relacionados, analisando abordagens pedagógicas e softwares semelhantes no mercado. A Seção 3 descreve a experiência do jogador, as mecânicas implementadas e a metodologia de desenvolvimento do software. A Seção 4 exibe os resultados obtidos com o jogo desenvolvido, detalhando as interfaces do sistema e a avaliação realizada por um professor especialista em Física. Por fim, a Seção 5 traz as considerações finais do trabalho.

2. Trabalhos Relacionados

A presente seção tem o objetivo de analisar obras de entretenimento aplicadas ao ambiente pedagógico, situar o contexto em que o presente trabalho foi desenvolvido e buscar fundamentar as brechas de aprendizado existentes nos softwares comerciais.

2.1. Abordagens Metodológicas no Design de Jogos Educativos

A utilização de jogos no cenário pedagógico é vasta em oportunidades de desenvolvimento. No entanto, a realidade vigente é marcada por dois extremos metodológicos. O primeiro tipo abrange obras focadas no “ensino pelo ensino”, as quais utilizam abordagens distantes do aspecto lúdico para maximizar a quantidade de conteúdo exposto, seja por meio de questionários mecânicos ou da reprodução de uma aula pouco expositiva. Em contrapartida, o segundo tipo é fortemente associado a um aprendizado implícito ou passivo, dependente de uma exposição prolongada e da intuição do jogador. Embora este último retrate conteúdos científicos ou acadêmicos, ele o faz de forma tão sutil que, frequentemente, afasta o usuário da compreensão plena dos conceitos envolvidos.

A respeito da primeira parte analisada sobre a realidade dos jogos educacionais, é possível encontrar base literária sobre a premissa. Conforme apontado por [Prensky 2001], a estrutura de *edutainment* tradicional falha em engajar quem joga, pois transforma o ambiente virtual em apenas um repositório de questionários mecânicos fantasiados de jogo, pouco engajante para com quem joga, não cumprindo o papel fundamental de toda proposta pedagógica, que é passar, efetivamente, os conceitos. Estudos na

área de design instrucional demonstram que essa separação entre o momento de jogar e o momento de aprender quebra o fluxo da experiência lúdica, fazendo com que o aluno perceba a atividade apenas como uma obrigação escolar tradicional disfarçada. Desse modo, o conteúdo não é integrado à dinâmica principal do jogo, o que consequentemente impede a construção de um conhecimento pleno e faz com que a mensagem educativa seja rejeitada pelo público alvo devido à falta de relevância prática dentro desta metodologia.

Por outro lado, a segunda parte analisada sobre a realidade dos jogos educacionais não se estende para campos literários, mas brilha na experiência individual que é formada da tentativa e erro. Em obras onde o aprendizado se torna extremamente implícito, com alto aspecto lúdico, o discernimento de quem joga para com os conceitos reais fica ofuscado pela jogabilidade, ou seja, o jogador desenvolve uma intuição para resolver os desafios, como perceber que, ao atirar mais alto, o disparo vai mais longe, mas termina sem de fato compreender os conteúdos pedagógicos.

2.2. Análise de Jogos de Artilharia e Simulações de Física

Dentro do cenário apresentado, o gênero de jogos de artilharia e construção serve como o principal exemplo desse aprendizado intuitivo por tentativa e erro. O mercado atual apresenta títulos populares como Angry Birds [Rovio Entertainment 2026], no qual o foco lúdico é marcante, mas o usuário apenas absorve o comportamento do disparo sem associá-lo à teoria, pois desconhece as variáveis numéricas envolvidas na trajetória do projétil. Em contrapartida, ferramentas como o Phun Algodoo [Algoryx Simulation 2026] adotam um caminho oposto: embora a precisão física seja total, a ausência de uma estrutura de fases, objetivos claros e recompensas torna a experiência puramente técnica e desmotivadora para o público juvenil sem o auxílio direto de um professor. Entre esses extremos, jogos como o Bridge Builder [Chronic Logic 2026] exigem a aplicação prática de forças estruturais de forma visual e destrutiva, porém sem que o aluno aprenda a calcular ou prever matematicamente o ponto de ruptura das estruturas.

2.3. Jogos na área de educação

O uso de jogos para o estímulo da educação não está restrito a grandes empresas e corporações do mercado. Projetos de menor porte, desenvolvidos diretamente no contexto escolar e acadêmico, também desempenham um papel fundamental ao promover o aprendizado baseado em jogos, visando conscientizar, sensibilizar e expor de maneira dinâmica os conteúdos abordados em sala de aula. Neste cenário, destaca-se o trabalho "A epopeia de Gilgamesh - Saga 1: O nascimento de Enkidu" [Silva et al. 2024], que tem como proposta primordial abordar os aspectos e conteúdos históricos retratados no célebre conto épico de Gilgamesh.

Em continuação a este trabalho, o projeto "A epopeia de Gilgamesh - Saga 2: A batalha contra Gilgamesh" [Teixeira Jr. et al. 2025] confere maior profundidade ao que foi construído na etapa anterior, proporcionando ao jogador uma imersão ainda mais significativa no universo e no enredo da narrativa.

Outro exemplo relevante desenvolvido no contexto educacional é o jogo "Yerê e a Ilha Precisa: Um jogo RPG para a aprendizagem de literatura" [Bastos et al. 2023]. A aplicação fundamenta-se na contextualização de histórias épicas com foco na literatura nacional, sobretudo em sua fase romântica, oferecendo uma abordagem mais leve

e expositiva para trabalhar conteúdos que frequentemente enfrentam o desinteresse ou a resistência por parte dos alunos.

Vale ressaltar que os jogos pedagógicos nem sempre começam como educacionais em seus objetivos, mas são adaptados com o desenvolvimento das necessidades das instituições. Um exemplo é o Minecraft Education [Mojang Studios 2026], uma versão modificada do jogo comercial original voltada para ensinar história, química, geometria e lógica de programação de forma colaborativa.

2.4. Conclusão dos Trabalhos Relacionados e Comparativo

A análise das obras e ferramentas evidencia que a aplicação de softwares no ensino de Física ainda enfrenta falta de desenvolvimento. Por um lado, títulos comerciais populares como *Angry Birds* [Rovio Entertainment 2026] destacam-se pelo alto poder de atração e mecânicas intuitivas, contudo falham ao ocultar as variáveis numéricas relacionadas, limitando o aprendizado a uma intuição superficial por tentativa e erro. Por outro lado, simuladores e plataformas técnicas como o *Phun Algodoo* [Algoryx Simulation 2026] oferecem rigor físico impecável, mas pecam pela ausência de elementos lúdicos, narrativa e progressão pedagógica estruturada, o que exige mediação constante para manter o engajamento dos estudantes. Paralelamente, projetos acadêmicos como as sagas de *A Epopeia de Gilgamesh* [Silva et al. 2024, Teixeira Jr. et al. 2025] e a adaptação do *Minecraft Education* [Mojang Studios 2026] demonstram a eficácia de ambientes virtuais intencionalmente desenhados para o contexto escolar, indicando que a ludicidade pode ser um caminho efetivo para o ensino de temas complexos.

Diante desse contexto, o presente trabalho inova com o desenvolvimento do jogo *K-Motion*, posicionando-se na harmonização entre o engajamento lúdico e a precisão científica. Diferente das soluções analisadas, o *K-Motion* combina a jogabilidade acessível de jogos de artilharia com a transparência de um simulador de Mecânica Clássica. Ao permitir a manipulação direta e visual de vetores, gravidade, força do vento e trajetórias em tempo real, o jogo preenche as lacunas identificadas nas obras comerciais. O estudante deixa de atuar como um mero observador passivo para se tornar um investigador ativo, relacionando diretamente a tomada de decisão no jogo às leis fundamentais da Física e consolidando, assim, o equilíbrio entre o entretenimento digital e o aprendizado formal.

3. Descrição e desenvolvimento do jogo K-Motion

A presente seção tem como propósito descrever e categorizar as principais características que compõem a experiência oferecida pelo software. No primeiro momento, a explicação prioriza uma abordagem centrada na percepção do usuário. Posteriormente, o foco é direcionado para os procedimentos metodológicos, as ferramentas tecnológicas e as escolhas de engenharia que viabilizaram o desenvolvimento prático do sistema.

3.1. Roteiro, Dinâmica e Mecânicas: A Experiência do Jogador

Ao ingressar na experiência, o usuário é apresentado a uma tela de seleção de níveis composta por trinta fases distintas, as quais apresentam um aumento progressivo de dificuldade. A ambientação do primeiro nível funciona como um tutorial objetivo e expositivo projetado para situar o jogador quanto aos seus objetivos. Em todas as etapas, a missão

principal consiste em atingir um alvo distribuído em posições diversas pelo cenário, desafio este que deve ser concluído por meio de disparos carregados a partir de um canhão controlado pelo próprio usuário.

No primeiro nível, as habilidades físicas avançadas permanecem bloqueadas, simulando a estrutura de progressão encontrada em jogos comerciais, o que exige a conclusão deste tutorial introdutório para a liberação das demais habilidades. Ao finalizar esta etapa inicial, o jogador é conduzido para uma experimentação verdadeira, momento a partir do qual o teste físico passa a ser totalmente liberado e instigado.

As habilidades concedidas ao jogador consistem no controle total de certas variáveis mecânicas do ambiente virtual, incluindo a manipulação plena da intensidade e da direção da gravidade e do vento, além do ajuste dos ângulos de disparo. Adicionalmente, o sistema oferece modificações visuais que possibilitam uma análise comparativa e lúdica, por exemplo o controle dos rastros dos projéteis, recurso que permite ao usuário avaliar diferentes trajetórias em tempo real. Cada nível foi desenvolvido com o propósito de instigar o pensamento crítico e criativo do estudante por meio da mistura dos conceitos apresentados, demonstrando que o domínio de disparos controlados permite vivenciar a física real de forma prática.

3.2. Metodologia de desenvolvimento

A metodologia de desenvolvimento do software foi pensada para unir ferramentas eficientes e de código aberto, focando em otimizar o tempo de produção e garantir que as simulações físicas funcionassem perfeitamente. O motor de jogos escolhido para desenvolver o projeto foi a Godot Engine, uma plataforma selecionada principalmente por ser gratuita, trabalhar com um sistema prático de nós e ter um excelente suporte para jogos em duas dimensões. Toda a lógica do jogo, os cálculos de vetores e o controle das regras das fases foram programados usando a linguagem GDScript, que por ser uma linguagem de alto nível e integrada de forma nativa com a *engine* trouxe muita agilidade na hora de testar as mecânicas de física e programar o comportamento do sistema.

Olhando para a parte artística e visual do projeto, a escolha foi seguir pela identidade em *pixel art*. Essa estética traz um visual clássico, o que ajuda o estudante a focar diretamente nas trajetórias e nas variáveis que aparecem na tela, sem distrações ou excesso de poluição visual no cenário. Para construir o ambiente, o canhão e os alvos do jogo, foram aproveitados *sprites* e artes prontas de repositórios digitais voltados para desenvolvedores independentes, com foco na plataforma `Itch.io`. Como era necessário encaixar esses desenhos na proposta pedagógica do jogo e manter tudo coerente entre si, esses recursos passaram por edições e ajustes de paleta de cores dentro do programa Aseprite, garantindo uma identidade visual única e uma interface clara para o jogador.

3.2.1. Diagrama de Classes

A fim de ilustrar a arquitetura estrutural do software e a organização dos seus componentes, apresenta-se nesta etapa o diagrama de classes da aplicação, na Figura 1. Este mapeamento visual detalha os principais módulos desenvolvidos no motor do jogo, evidenciando como as mecânicas de jogo e as variáveis físicas interagem entre si.

A seguir a explicação das principais classes:

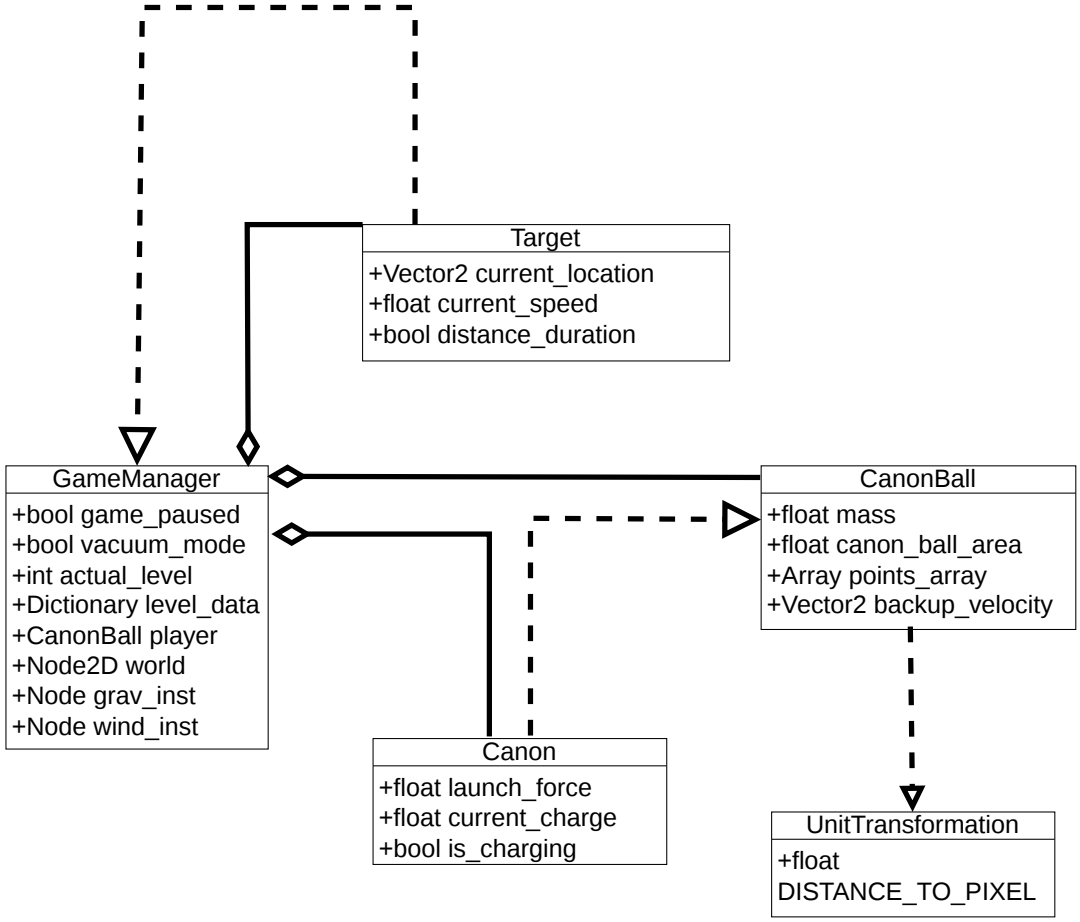


Figura 1. Diagrama de classes do sistema representando os principais scripts e suas conexões.

GameManager: Controla o estado global do jogo, como pause, troca de níveis e modo vácuo, além de guardar as referências para jogador, canhão e alvos.

CanonBall: Corpo rígido que sofre a física do jogo (gravidade e vento), guarda o histórico de posições para o rastro e verifica quando deve ser destruído.

Canon: Calcula o ângulo com base na posição do mouse e a força do lançamento conforme o jogador carrega o tiro, pedindo ao GameManager a instância da CanonBall.

Target: Objetivo a ser atingido, podendo se mover para dificultar o acerto; avisa o GameManager quando o nível é concluído.

Unit Transformation: Classe utilitária que converte pixels em unidades de distância (metros), garantindo precisão nos cálculos físicos.

4. Jogo Desenvolvido

Esta seção tem como objetivo apresentar os resultados obtidos durante a etapa de desenvolvimento do software, contemplando a exibição das interfaces gráficas do jogo acompanhadas de suas respectivas fundamentações e explicações funcionais. Adicionalmente, ao

final da seção, é apresentada a avaliação técnica e pedagógica realizada por um professor especialista na área de Física.

4.1. Resultados

A Figura 2 apresenta a interface do menu principal do jogo, exibindo a identidade visual inicial do projeto e fornecendo o ponto de partida para que o usuário inicie a navegação na aplicação.

Na Figura 3, observa-se a tela de seleção de estágios, a qual organiza a progressão das trinta fases do jogo, permitindo ao jogador visualizar o avanço da dificuldade à medida que supera os desafios propostos.

A Figura 4 exibe o Nível 1 do jogo durante a execução do tutorial introdutório. Esta etapa inicial tem caráter expositivo e orienta o estudante quanto aos comandos fundamentais e ao objetivo principal de atingir o alvo.



Figura 2. Menu inicial do jogo.

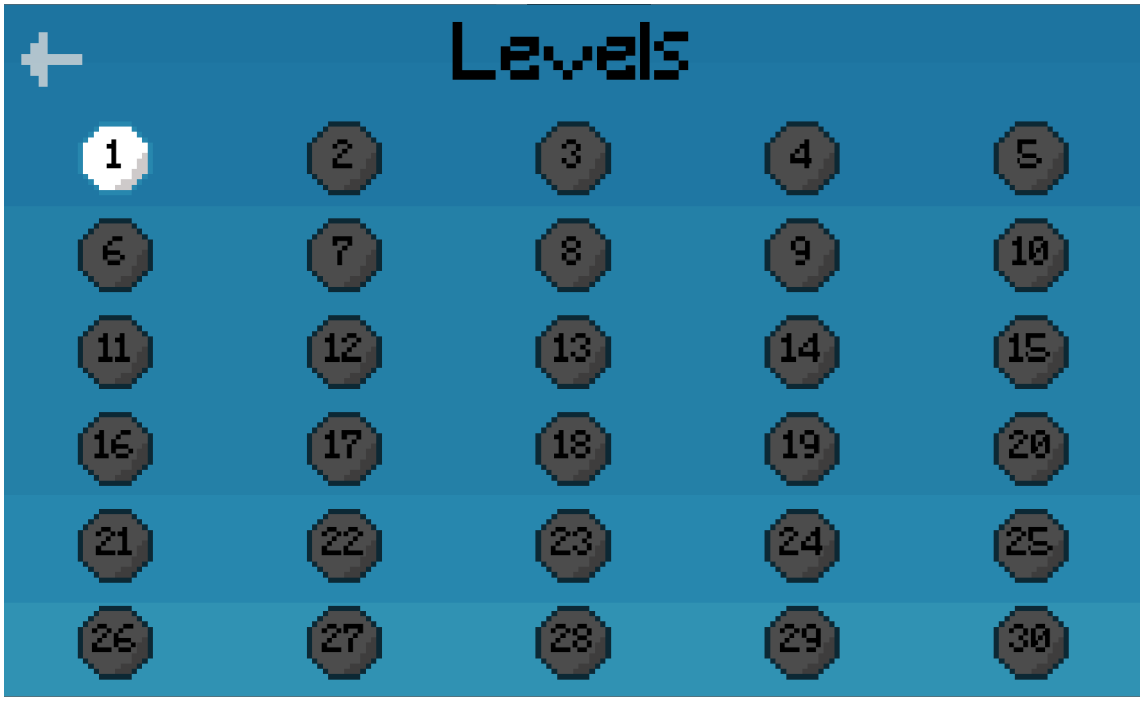


Figura 3. Tela de seleção dos níveis.

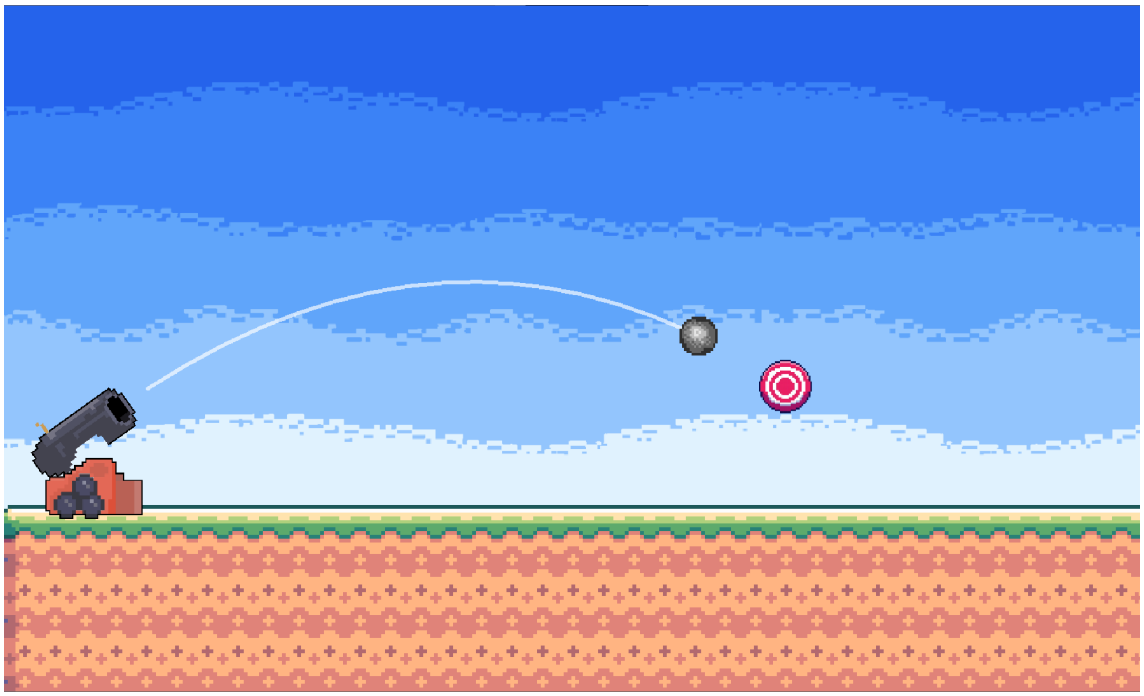


Figura 4. Interface do Nível 1 exibindo o tutorial inicial.

A Figura 5 mostra o Nível 2 sob condições padrão de lançamento, sem interferência de forças ambientais complexas. Já a Figura 6 ilustra o mesmo cenário com a incorporação do vento, exigindo que o jogador considere sua intensidade e direção no cálculo da trajetória do projétil.

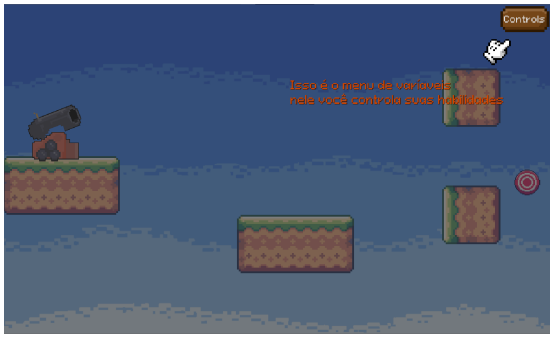


Figura 5. Nível 2 sob condições normais.

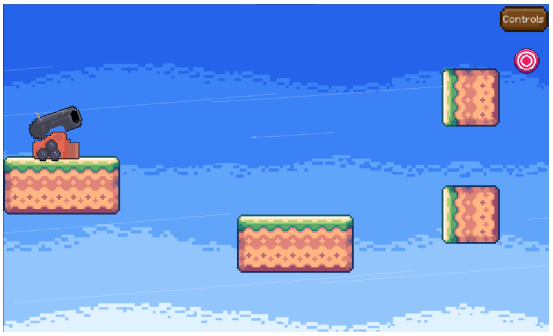


Figura 6. Nível 2 com interferência da força de vento.

A Figura 7 apresenta o layout do Nível 3, evidenciando o aumento da complexidade no posicionamento do alvo em relação aos obstáculos do ambiente. Já a Figura 8 ilustra o Nível 4, no qual o estudante é desafiado a combinar diferentes ângulos e impulsos para alcançar posições mais complexas do cenário.

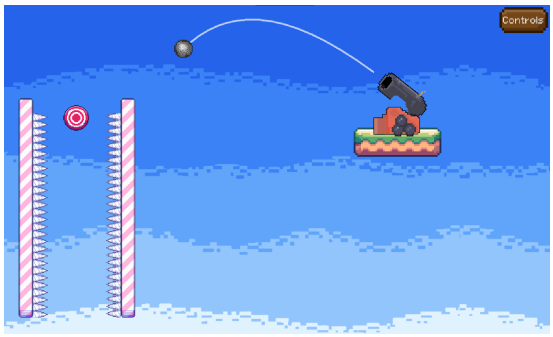


Figura 7. Estrutura de cenário apresentada no Nível 3.

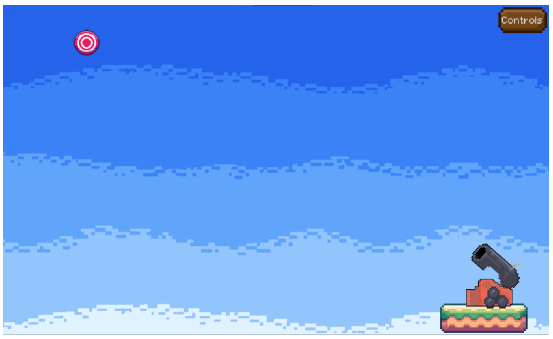


Figura 8. Desafio de posicionamento exibido no Nível 4.

A Figura 9 detalha o recurso de ajuste da aceleração da gravidade, permitindo ao estudante alterar a força gravitacional em tempo real e observar o impacto direto na aceleração vertical do projétil. Já a Figura 10 representa a funcionalidade de alteração da intensidade do vento no ambiente, possibilitando a manipulação da aceleração horizontal sofrida pela esfera de canhão.



Figura 9. Interface de alteração e controle do valor da gravidade.



Figura 10. Painel de ajuste geral da magnitude do vento.

A Figura 11 exemplifica como o jogador pode selecionar e inverter a direção do vetor vento, permitindo analisar disparos a favor e contra o fluxo de ar. Como ilustrado na Figura 12, o sistema disponibiliza uma ferramenta de auxílio visual de histórico de lançamentos, desenhando o rastro das trajetórias anteriores para permitir comparações parabólicas por tentativa e erro.

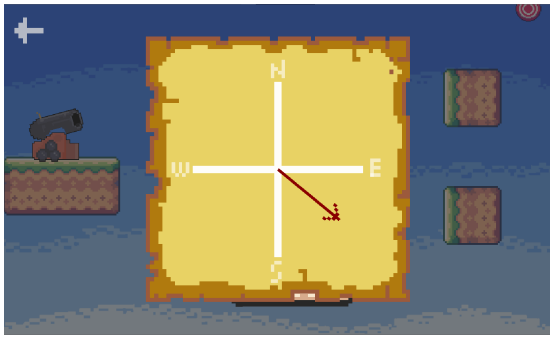


Figura 11. Mecanismo de seleção do sentido e direção do vento.



Figura 12. Exibição da ferramenta de rastro visual das trajetórias.

Por fim, a Figura 13 exibe as variáveis na simulação durante um lançamento angular.



Figura 13. Demonstração das variáveis em um disparo angular.

4.2. Avaliação de Especialista em Física

Para validar a precisão dos conceitos científicos e a eficácia pedagógica do software, o jogo foi submetido à avaliação de um professor especialista na área de Física (prof. Eduardo Astrath, também autor deste trabalho). A análise seguiu um protocolo estruturado

que abrangeu três dimensões fundamentais: a correção dos conteúdos científicos, a usabilidade e o potencial pedagógico para a sala de aula.

4.2.1. Precisão e Adequação dos Conteúdos Físicos

O especialista analisou a correção científica das informações, o alinhamento curricular, a integração dos conceitos às mecânicas e a validade das representações visuais, destacando:

> "O jogo apresentou boa qualidade em relação aos conteúdos físicos abordados, demonstrando coerência conceitual e alinhamento com temas trabalhados em sala de aula. Conceitos como aceleração gravitacional, velocidade do vento, trajetória do projétil e ângulo de lançamento foram representados de maneira adequada, especialmente os relacionados à cinemática bidimensional e às Leis de Newton."

4.2.2. Usabilidade e Interface de Interação

A experiência de interação foi avaliada sob a ótica da visibilidade do status do sistema e da correspondência com o mundo real. Em seu relato, o docente destacou a facilidade de uso da interface:

> "O jogo apresenta uma interface intuitiva e de fácil compreensão, favorecendo a interação do usuário durante toda a experiência. Os menus mostraram-se organizados e acessíveis."

4.2.3. Potencial Educacional e Aplicação Didática

Por fim, o especialista refletiu sobre a capacidade do jogo em engajar os estudantes e ser integrado às atividades escolares, concluindo que:

> "O jogo demonstrou elevado potencial educacional, principalmente por conseguir integrar conceitos físicos a uma experiência lúdica e interativa. Além disso, apresenta potencial para ser utilizado como ferramenta didática complementar, auxiliando tanto na introdução quanto na fixação dos conteúdos trabalhados pelo professor."

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

A busca por novas metodologias no ensino mostra que a aprendizagem baseada em jogos é um caminho indispensável para conectar a sala de aula com a realidade dos estudantes atuais. No caso da Física, onde muitos alunos enfrentam dificuldades por conta da abstração dos conteúdos, o uso de jogos educativos se torna uma alternativa promissora, transformando fórmulas e teorias em experiências práticas e visuais.

Diante disso, o desenvolvimento do jogo *K-Motion* atingiu seu objetivo ao unir a diversão dos jogos de artilharia com a precisão dos conceitos de mecânica clássica. As mecânicas implementadas, como o controle livre da gravidade, a mudança da direção do

vento e a exibição do rastro dos disparos, permitem que o usuário compreenda o comportamento dos vetores por meio da tentativa e erro. A validação feita pelo professor especialista confirmou o potencial da aplicação, destacando a coerência científica dos fenômenos e a interface simples de navegar.

Como trabalhos futuros, almeja-se aplicar o jogo diretamente em salas de aula com turmas do ensino médio para mensurar a evolução no aprendizado dos alunos. Além disso, pretende-se expandir o projeto com novas fases, desafios e a inclusão de outros conceitos físicos, como novos obstáculos e colisão entre objetos.

Referências

Algoryx Simulation (2026). Algodoo. Acessado em: 16 de jul. de 2026.

Bastos, M., Macena, J., Bernardo, J., Melo, R., Pessoa, M., and Pires, F. (2023). Yerê e a ilha precisa: Um jogo rpg para a aprendizagem de literatura. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 1–12, Porto Alegre, RS. Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

Chronic Logic (2026). Bridge builder game. Acessado em: 16 de jul. de 2026.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining gamification. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, pages 9–15.

Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. Palgrave Macmillan, New York.

Mojang Studios (2026). Minecraft education. Acessado em: 16 de jul. de 2026.

Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5):1–6.

Rovio Entertainment (2026). Angry birds. Acessado em: 16 de jul. de 2026.

Silva, K. B. T. C., Teixeira Jr., W., et al. (2024). A epopeia de gilgamesh - saga 1: O nascimento de enkidu. In *Anais do Evento / Simpósio de Tecnologia e Educação*, pages 1–10, Brasil. SBC.

Teixeira Jr., W., Silva, K. B. T. C., et al. (2025). A epopeia de gilgamesh - saga 2: A batalha contra gilgamesh. In *Anais do Evento / Simpósio de Tecnologia e Educação*, pages 1–10, Brasil. SBC.

Veit, E. A. and Teodoro, V. D. (2002). Modelagem no ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(2):87–96.