INSTITUTO FEDERAL
Rondônia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia

***Campus* Porto Velho Calama**
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em
Análise e Desenvolvimento de Sistemas

GLENDA KELLY ARRUDA MARTINS

ISABELLA TEREZA FERREIRA VIANA

PROTÓTIPO DE JOGO EDUCATIVO VOLTADO PARA O APRENDIZADO DE ASTRONOMIA UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DA TCAM

PORTO VELHO

2026

GLENDA KELLY ARRUDA MARTINS

ISABELLA TEREZA FERREIRA VIANA

PROTÓTIPO DE JOGO EDUCATIVO VOLTADO PARA O APRENDIZADO DE ASTRONOMIA UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DA TCAM

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Porto Velho Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de tecnólogo, junto ao Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, sob a orientação do professor Fernando Dall Igna.

PORTO VELHO

2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Viana, Isabella Tereza Ferreira.

Caça-astros: protótipo de jogo educativo voltado para o aprendizado de astronomia / Isabella Tereza Ferreira Viana, Glenda Kelly Arruda Martins. - Porto Velho, 2026.
19 f. : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Fernando Dall Igna.

Trabalho de Conclusão de Curso (Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho, 2026.
ISBN 1541-1389

1. Astronomia. 2. Jogos Educativos Digitais. 3. TCAM. 4. Gamificação. 5. Ensino de Ciências. I. Martins, Glenda Kelly Arruda. II. Igna, Fernando Dall (orient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Evandro Silva de Sousa, CRB-11-956

GLENDA KELLY ARRUDA MARTINS

ISABELLA TEREZA FERREIRA VIANA

PROTÓTIPO DE JOGO EDUCATIVO VOLTADO PARA O APRENDIZADO DE ASTRONOMIA UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DA TCAM

Artigo entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Porto Velho Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de tecnólogo, junto ao Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, sob a orientação do professor Fernando Dall Igna.

Aprovado em 21/10/2026 pelo Colegiado e Curso, conforme Art. 5º, § 1º, item a), da RESOLUÇÃO Nº 28/REIT - CONSUP/IFRO, DE 04 DE ABRIL DE 2025.

LEANDRO FERRAREZI VALIANTE:82694095291

Assinado de forma digital por LEANDRO FERRAREZI VALIANTE:82694095291
Dados: 2026.11.11 16:23:08 -04'00'

Prof. Leandro Ferrarezi Valiante
Coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas
IFRO - Campus Porto Velho Calama
PORTARIA Nº 3182/REITORIA/IFRO, DE 25 DE MAIO DE 2026

DOI: 10.53660/PRW-3131-5438

Protótipo de Jogo Educativo Voltado para o Aprendizado de Astronomia utilizando os Princípios da TCAM

Educational Game Prototype for Astronomy Learning Using TCAM Principles

Received: 20/07/2026 | Accepted: 30/08/2026 | Published: 07/09/2026

Isabella Tereza Ferreira Viana
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil
E-mail: isatereza.07@gmail.com
Glenda Kelly Arruda Martins
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil
E-mail: glendakelly22@gmail.com
Fernando Dall Igna
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Rondônia, Brasil
ORCID ID: 0000-0002-0387-7209
E-mail: fernando.dalligna@ifro.edu.br

RESUMO

A astronomia desperta grande interesse nos estudantes, mas seu ensino no ciclo básico costuma ocorrer de forma expositiva, com pouco apoio de recursos visuais e interativos. Os jogos educativos disponíveis atualmente no mercado também apresentam limitações, como a predominância da língua inglesa e mecânicas centradas na memorização mecânica de respostas. Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo propor o desenvolvimento de um protótipo de jogo educativo voltado para o ensino de astronomia, fundamentado nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM). A pesquisa, de natureza aplicada e exploratória, foi conduzida em duas etapas: análise competitiva de softwares similares disponíveis gratuitamente na internet e modelagem de um protótipo de alta fidelidade na ferramenta Figma. As mecânicas propostas incluem a montagem interativa de um telescópio, a exploração de um céu virtual e questionários com *feedback* explicativo, estruturados de acordo com os princípios de Antecipação, Sinalização, Contiguidade e Segmentação. Os resultados indicam que a aplicação sistemática da TCAM ao design de interface permite superar as lacunas identificadas nos jogos concorrentes, oferecendo uma alternativa em língua portuguesa capaz de favorecer o engajamento e a aprendizagem ativa de conceitos astronômicos no Ensino Médio.

Palavras-chave: Astronomia; Jogos Educativos Digitais; TCAM; Gamificação; Ensino de Ciências.

ABSTRACT

Astronomy sparks great interest among students, but its teaching in basic education is often expository, with limited use of visual and interactive resources. Educational games currently available on the market also present limitations, such as the predominance of English-language content and mechanics centered on rote memorization of answers. Given this scenario, this article aims to propose the development of an educational game prototype for astronomy learning, grounded in the principles of the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML). This applied, exploratory research was conducted in two stages: a competitive analysis of similar software freely available online and the modeling of a high-fidelity prototype using the Figma tool. The proposed mechanics include an interactive telescope-assembly puzzle, exploration of a virtual night sky, and quizzes with explanatory feedback, structured according to the principles of Pre-training, Signaling, Contiguity, and Segmenting. The results indicate that the systematic application of CTML to interface design makes it possible to overcome the gaps identified in competing games, offering a Portuguese-language alternative capable of fostering engagement and active learning of astronomical concepts in high school.

Keywords: Astronomy; Digital Educational Games; CTML; Gamification; Science Education.

INTRODUÇÃO

A astronomia é uma ciência que desperta a curiosidade e a admiração em conhecê-la com sua conexão conosco (MILONE, 2024). Por tratar-se de um conteúdo integrante das ciências naturais, pode ser usado para desenvolver, nos alunos, grande fascínio e habilidades como observação, análise e reflexões, atrelando teoria e prática (FERREIRA; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014). No entanto, muitos conceitos astronômicos podem ser de difícil compreensão e abstração, exigindo o uso de modelos, analogias e experimentos para facilitar o seu ensino e a sua aprendizagem (LANGHI; NARDI, 2010). Ademais, de acordo com Dias e Rita (2008) grande parte dos alunos da rede pública de ensino deixam o ciclo básico de estudos sem conhecimentos de assuntos de Astronomia que são pertinentes à sua formação.

No contexto do Ensino Médio, Bernardo e Sousa (2023) apontam que a astronomia costuma ser ensinada de maneira convencional, com foco principalmente em conceitos teóricos, e os elementos astronômicos são geralmente apresentados apenas por meio do texto ou imagens bidimensionais. Um dos caminhos para superar os óbices supracitados e proporcionar aprendizagem ativa dos estudantes, ou seja, aquela que o aluno é o protagonista na construção de sua aprendizagem, é apropriar-se do uso de recursos digitais (BROWN, 2015 apud OLIVEIRA; JUNIOR; BATISTA, 2021). Nesse cenário, os jogos digitais educativos se destacam pois, diferentemente dos métodos tradicionais, os jogos educativos digitais proporcionam uma experiência de aprendizagem mais interativa e dinâmica, o que estimula a participação ativa dos alunos (FURTADO; SOTIL, 2024).

Contudo, ao analisar os jogos voltados ao ensino de astronomia atualmente disponíveis no mercado, notam-se lacunas pedagógicas significativas. Destacam-se problemas como o uso predominante da língua inglesa e a aplicação de questionários repetitivos, que frequentemente induzem à memorização mecânica das respostas em detrimento da geração de interesse e da consolidação do real aprendizado.

Para que um ambiente digital interativo seja efetivo e supere essas limitações, é necessário que sua concepção respeite a forma como o indivíduo processa as informações. Baseando-se na premissa de que os estudantes assimilam melhor uma explicação quando há a combinação de palavras e imagens em vez de apenas texto escrito, consolida-se a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (MAYER, 2001) . Segundo Oliveira, Júnior e Batista (2021), essa teoria define que a aprendizagem ocorre por meio de um

canal duplo de processamento cognitivo: o auditivo e o visual. Assim, a aplicação desses princípios serve para nortear a elaboração do design e das interações do jogo, evitando a sobrecarga cognitiva e otimizando a assimilação dos conteúdos.

Considerando essa necessidade de abordagens mais dinâmicas e cientificamente embasadas, este artigo tem por objetivo propor o desenvolvimento de um protótipo de jogo educativo voltado para o aprendizado de astronomia, focado na identificação de corpos celestes, utilizando os princípios da TCAM. Para guiar esta investigação, definiram-se as seguintes perguntas de pesquisa: (i) Quais são as principais limitações pedagógicas e técnicas dos jogos digitais voltados para o ensino de astronomia atualmente disponíveis? (ii) Como os princípios de experiência de usuário e aprendizagem ativa podem ser integrados no desenvolvimento de um jogo educativo para superar tais limitações? e (iii) De que maneira a proposta desse novo ambiente gamificado pode atuar como ferramenta eficaz de apoio ao engajamento e à aprendizagem no ciclo básico?

Para responder a essas indagações, a metodologia adotada classifica-se como pesquisa aplicada e divide-se em três etapas principais: (i) referencial teórico para embasamento; (ii) análise competitiva de jogos de mercado, identificando suas lacunas de usabilidade; e (iii) desenvolvimento do protótipo, integrando os requisitos levantados às práticas consolidadas de experiência de usuário. A partir dessa estruturação, espera-se que este trabalho contribua ativamente para a modernização do ensino de ciências.

REFERENCIAL TEÓRICO

Jogos educativos

Os jogos educativos são definidos como aqueles que possuem um objetivo didático explícito e podem ser adotados ou adaptados para melhorar, apoiar ou promover os processos de aprendizagem em um contexto de aprendizagem formal ou informal (DONDI; MORETTI, 2007 apud PANOSSO; SOUZA; HAYDU, 2015). Nesse cenário, essas ferramentas também se manifestam no formato digital, atuando como instrumentos que complementam as metodologias tradicionais de ensino por meio da interatividade.

Ao transpor esses conceitos para o ambiente digital, Falkembach (2006) define que:

> Os jogos educacionais computadorizados são softwares que apresentam conteúdo e atividades práticas com objetivos educacionais baseados no

> lazer e diversão. Nesses jogos a abordagem pedagógica adotada utiliza a exploração livre e o lúdico e como consequência estimula o aprendiz. Os jogos digitais auxiliam na construção da autoconfiança e podem incrementar a motivação no contexto da aprendizagem.

Dessa forma, o jogo educativo deve proporcionar um ambiente crítico, fazendo com que o aluno se sensibilize para a construção de seu conhecimento com oportunidades prazerosas para o desenvolvimento de suas cognições (MORATORI, 2003).

Gamificação

Gamificação tem como base a ação de se pensar como em um jogo, utilizando as sistemáticas e mecânicas do ato de jogar em um contexto fora de jogo (SILVA *et al.*, 2014). Corroborando com essa ideia, o termo "gamificação" (do original inglês: *gamification*) significa a aplicação de elementos utilizados no desenvolvimento de jogos eletrônicos, tais como estética, mecânica e dinâmica, em outros contextos não relacionados a jogos (KAPP, 2012 apud BORGES et al., 2013).

Nesse sentido, é importante destacar a diferença conceitual entre criar um jogo e gamificar um processo. Segundo Fardo (2013), a gamificação não implica, necessariamente, em criar um *game* que aborde um problema e recrie essa situação dentro de um mundo virtual. Na verdade, o foco está em extrair e utilizar as mesmas estratégias, métodos e pensamentos empregados para resolver desafios nos mundos virtuais e aplicá-los em situações do mundo real.

No contexto educacional, essa abordagem tem se mostrado extremamente promissora. Isso acontece porque a gamificação pode aumentar a participação dos alunos extraindo os elementos agradáveis e divertidos dos jogos de forma adaptada ao ensino (TOLOMEI, 2017). Dessa forma, ao trazer elementos como pontuação, progressão e *feedback* imediato para o ambiente educacional, cria-se um cenário propício para o engajamento, característica fundamental para o ensino de temas complexos e abstratos, como os encontrados na astronomia.

Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM)

A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM), conceito esse criado por Richard E. Mayer, psicólogo educacional americano, no qual afirma que o sistema cognitivo humano possui canais separados para o processamento de informações. Dessa forma, segundo Stafusa, Santos e Cardoso (2020) essa teoria busca, através de princípios, nortear o planejamento e a escolha de materiais instrucionais mais direcionados e capazes de proporcionar uma aprendizagem efetiva. Assim, a fim de propor um protótipo no qual possua uma intenção pedagógica real foi utilizado os princípios da TCAM.

Quadro 1 – Principais princípios do TCAM

Princípio (Mayer, 2005)	**Descrição Resumida**
Modalidade	Imagens combinadas com narração (áudio) são mais eficazes que imagens com textos longos, evitando sobrecarga do canal visual.
Sinalização	Inclusão de pistas visuais (cores, setas, negrito) para direcionar a atenção do aluno aos elementos mais cruciais da lição.
Contiguidade	Textos e imagens correspondentes devem ser apresentados próximos um do outro no espaço (tela) e no tempo.
Segmentação	O material deve ser dividido e apresentado em etapas menores, em vez de uma unidade contínua de informação.
Antecipação	Apresentação inicial da visão geral e estrutural do tema antes da introdução de detalhes específicos.
Coerência	Exclusão absoluta de qualquer material (palavras, imagens, sons) irrelevante ao objetivo central da instrução, liberando a memória operacional.
Redundância	Evitar repetições excessivas da mesma informação em múltiplos formatos simultâneos (ex: texto escrito idêntico ao narrado), o que gera sobrecarga cognitiva.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026), com base em Mayer (2005).

Experiência de Usuário

A Experiência do Usuário, tradução do termo em inglês *User Experience* (UX), pode ser descrita como o conjunto de percepções e respostas que um indivíduo tem ao interagir com uma empresa, um produto ou um serviço (MELO, 2023). Mais do que uma reação pontual, esse conceito busca captar a qualidade da relação estabelecida entre o usuário e o sistema ao longo de toda a interação. Ela demonstra uma compreensão profunda dos usuários em relação a produtos ou serviços, refletindo suas necessidades reais, o valor dos produtos e serviços, e as capacidades e limitações dos usuários ao utilizá-los (SILVEIRA, 2025).

Essa relevância para o design é explicada por Toledo (2024) a interface atua como um ponto de interação entre os usuários e os sistemas, em um ambiente físico ou digital, desempenhando um papel fundamental na facilitação da comunicação, interação e realização de tarefas. Em um ambiente educacional, isso significa que uma interface mal projetada pode gerar fricção cognitiva mesmo quando o conteúdo pedagógico está correto, comprometendo tanto a usabilidade quanto a retenção da aprendizagem.

A pesquisa em Experiência do Usuário originou-se principalmente no campo da Interação Humano-Computador (IHC), pois o design de produtos é um foco central para desenvolvedores, e a UX é uma parte integrante desse processo (Fu et al., 2023 APUD SILVEIRA, 2025). Nesse sentido, Norman e Nielsen (2016 apud MELO, 2023) destacam que uma boa experiência do usuário não se limita a atender ao que os usuários dizem desejar de um produto ou serviço: ela se concentra no que eles de fato precisam, ainda que isso não esteja explicitado.

No contexto deste estudo, os princípios de UX complementam a TCAM: enquanto esta orienta como estruturar cognitivamente o conteúdo multimídia para evitar sobrecarga, a UX orienta como o usuário interage com essa estrutura, garantindo que a interface do jogo seja não apenas eficaz do ponto de vista cognitivo, mas também intuitiva, fluida e agradável de usar.

TRABALHOS CORRELATOS

A literatura recente evidencia um esforço contínuo no desenvolvimento e na avaliação de recursos digitais para o ensino de ciências. Pesquisas contemporâneas sobre metodologias ativas reforçam que a eficácia pedagógica de um jogo depende intrinsecamente do alinhamento entre suas mecânicas de interação e os objetivos de aprendizagem propostos. Para justificar o desenvolvimento do presente protótipo, foi realizada uma prospecção de sistemas similares disponíveis gratuitamente na internet. A avaliação desses softwares foi fundamentada em três critérios centrais: (1) acessibilidade linguística para o público brasileiro; (2) alinhamento mecânico-instrucional sob a ótica da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM); e (3) nível de exigência cognitiva (memorização mecânica versus aprendizado significativo). A partir desses parâmetros, procedeu-se à análise das seguintes soluções:

O jogo *Hubble's Cosmic Adventure* (A Aventura Cósmica do Hubble), hospedado no site da agência espacial estadunidense (NASA), consiste na navegação pelo espaço sob a óptica do telescópio Hubble. A plataforma permite ao usuário explorar imagens realistas e em alta definição dos astros celestes acompanhadas de informações técnicas. Todavia, a ausência de tradução para a língua portuguesa atua como uma barreira limitante severa para a sua aplicação no ensino básico brasileiro, problema que é agravado pela falta de dinamicidade geral nas interações do sistema.

Outro recurso também disponibilizado pela NASA é o *Name That Nebula Game* (Adivinhe a Nebulosa). Sendo um jogo simples e intuitivo, ele permite a seleção de níveis de dificuldade (fácil, médio e difícil) e exibe a imagem real de uma nebulosa para que o jogador identifique o nome correto entre quatro opções, fornecendo feedback imediato e curiosidades. Contudo, além da contínua barreira do idioma, as perguntas e informações exibidas são estáticas. Essa repetição faz com que o aluno, após as primeiras rodadas, apenas decore a ordem das respostas corretas, inviabilizando a construção de um aprendizado verdadeiramente significativo.

Em âmbito nacional, destaca-se o jogo Sistema Solar, disponibilizado pelo portal educacional Escola Games, que conta com a vantagem de possuir uma interface totalmente em português. O título utiliza uma mecânica de desvio de obstáculos (estilo arcade), na qual o jogador controla um foguete espacial. A cada planeta alcançado, a jogabilidade é pausada para a exibição de uma interface com informações e curiosidades sobre o respectivo astro. Sob a ótica da TCAM, a ferramenta atende ao Princípio da

Segmentação, pois evita a sobrecarga cognitiva do aluno ao pausar a ação para apresentar os blocos informativos. Entretanto, a aplicação apresenta fragilidades quando confrontada com o Princípio da Coerência, visto que a mecânica principal do jogo (desviar de asteroides) atua apenas como um recurso de entretenimento desvinculado do objetivo instrucional, além do sistema contar com um número muito reduzido de fases disponíveis.

Por fim, o jogo intitulado *Quiz Show*, hospedado na plataforma Wordwall, apresenta uma abordagem focada na gamificação competitiva. Valendo-se de um visual atrativo, o sistema utiliza um design inspirado em programas televisivos de auditório e possui mecanismos de respostas com tempo limite, bônus por rapidez e rodadas extras, gerando alto estímulo à disputa. Todavia, o jogo restringe-se a apenas cinco perguntas com posições de respostas inalteradas. Dessa forma, o processamento cognitivo profundo é substituído pela simples memorização espacial, na qual o aluno decora o local da resposta apenas para maximizar sua pontuação, agravado pelo fato de o sistema carecer de complementos informativos ou explicações teóricas após as respostas.

Em suma, a análise competitiva evidencia que as soluções atualmente disponíveis falham em pelo menos um dos critérios estabelecidos. Enquanto as opções internacionais esbarram na barreira linguística, as alternativas nacionais se limitam pela dissociação entre a mecânica de jogo e o conteúdo ou pelo incentivo a uma memorização mecânica e rasa. Esse cenário corrobora a necessidade de desenvolvimento de um novo protótipo, em português, cujas mecânicas sejam guiadas pelos princípios da TCAM para promover o engajamento e o aprendizado ativo da astronomia.

METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada e exploratória. Para atender aos objetivos propostos e responder às perguntas de pesquisa, o percurso metodológico foi estruturado em duas etapas principais: (i) análise competitiva de jogos de mercado; e (ii) modelagem e desenvolvimento do protótipo.

A primeira etapa consistiu na análise competitiva de trabalhos correlatos. A partir das diretrizes da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) e da gamificação, procedeu-se à pesquisa e avaliação de *softwares* e jogos de astronomia disponíveis gratuitamente na internet. O intuito foi identificar suas principais lacunas

pedagógicas e de usabilidade (como a barreira idiomática e o estímulo à memorização mecânica), justificando assim a necessidade de uma nova solução.

A segunda etapa englobou a modelagem e o desenvolvimento do artefato. Definiu-se como público-alvo estudantes de 15 a 19 anos, perfil correspondente aos alunos do Ensino Médio. Essa delimitação justifica-se pela necessidade de incorporar recursos metodológicos mais dinâmicos e interativos ao ensino de astronomia para essa faixa etária. O design de alta fidelidade das interfaces foi integralmente construído na ferramenta Figma. A definição das mecânicas do jogo projetou interações como o puzzle de montagem de telescópio, a exploração de um céu virtual, o sistema de perguntas com *feedback* explicativo e o desbloqueio progressivo de funcionalidades, visando favorecer a aprendizagem ativa.

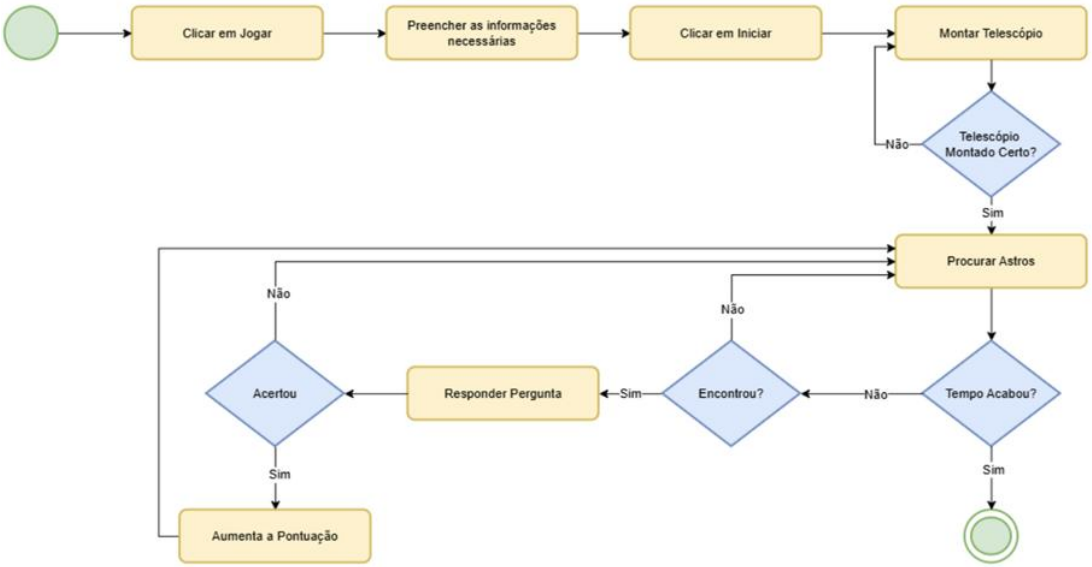
Destaca-se que, devido ao escopo desta fase do projeto, a pesquisa concentrou-se na concepção visual e arquitetural do *software*. Dessa forma, não foram coletados dados empíricos ou realizadas análises quantitativas com usuários finais. Todavia, essa delimitação não compromete a consistência do estudo, visto que o objetivo foi construir uma perspectiva integradora, identificando lacunas no cenário atual e propondo um sistema validado teoricamente, que servirá de base para futuras etapas de codificação e testes práticos.

PROTÓTIPO

Fluxograma de Interação

Para otimizar a visualização das regras de negócio e mapear a progressão do jogador de forma clara, o funcionamento base do jogo foi modelado sinteticamente por meio de um fluxograma, desenvolvido na ferramenta Draw.io, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do ciclo principal do jogo



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Conforme ilustrado pelo diagrama, o ciclo de interação do jogo estabelece que, após a inserção das informações iniciais de acesso, o usuário é direcionado ao módulo de montagem do telescópio. Essa etapa atua como um mecanismo validador: apenas com o equipamento montado corretamente o jogador avança para a fase de exploração. A partir desse ponto, inicia-se um cronômetro e o jogador deve localizar astros e responder a questionários temáticos referentes a cada corpo celeste encontrado. Os acertos incrementam a pontuação, e o ciclo se repete até que o tempo limite da fase se esgote, momento em que a pontuação final é consolidada.

Prototipação

O primeiro módulo interativo prototipado consiste no *puzzle* (quebra-cabeça) do telescópio, apresentado na Figura 2. Nessa interface, utilizando uma mecânica de "arrastar e soltar" (*drag and drop)*, o jogador deve selecionar e posicionar corretamente as principais peças que compõem o instrumento óptico. O uso dessa etapa prévia aplica o Princípio da Antecipação da TCAM, pois apresenta ao aluno o funcionamento e a estrutura da ferramenta antes que ele realize as demais etapas do jogo. Além disso, a tela adota o Princípio da Coerência, mantendo um design limpo e isento de elementos visuais ou sonoros irrelevantes, o que evita a sobrecarga cognitiva inicial.

Figura 2 – Interface de montagem do telescópio



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Após a conclusão bem-sucedida da montagem, o usuário é transferido para a etapa de exploração, que consiste na busca ativa pelos corpos celestes. A interface simula o céu noturno, e os elementos exibidos correspondem ao módulo temático previamente selecionado (como, por exemplo, constelações do zodíaco, constelações de povos indígenas, nebulosas, entre outros). Ao movimentar o cursor (que atua como a lente buscadora do telescópio) sobre uma região específica, o astro se destaca visualmente e o seu respectivo nome é revelado na tela (Figura 3). Essa dinâmica de destaque visual aplica o Princípio da Sinalização, direcionando a atenção do estudante exatamente para o ponto focal de interesse. Em conjunto, ao exibir o rótulo imediatamente próximo ao elemento iluminado, o sistema garante o Princípio da Contiguidade Espacial que é aplicado ao minimizar o esforço cognitivo do usuário, que, de outra forma, precisaria realizar uma busca visual pela tela para associar o nome à imagem.

Figura 3 – Interface de exploração do céu noturno e identificação de astros



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A cada astro localizado, o jogo apresenta um questionário de conhecimentos gerais sobre o corpo celeste em questão. De forma a promover o estudo ativo, o *feedback* do sistema não se resume a apenas indicar a alternativa correta; ele fornece uma explicação detalhada do motivo pelo qual as demais opções estão incorretas, transformando o erro em uma oportunidade de aprendizagem. Ao pausar a ação de exploração para inserir essa etapa de questionamento e resposta formativa, a arquitetura do jogo respeita o Princípio da Segmentação, dividindo a carga informacional em blocos menores e permitindo que o aluno assimile o conteúdo no seu próprio ritmo, ao invés de receber um grande volume contínuo de informações.

Quanto maior o número de astros encontrados e questões respondidas corretamente, maior será a pontuação adquirida. Estes pontos funcionam como moeda de troca para o desbloqueio de novas funcionalidades, como telescópios com maior campo de visão e módulos temáticos especiais.

Ademais, o progresso é registrado no "Caderno Estelar", que funciona como um diário digital do jogador. Nesse espaço, ficam registradas as figuras dos astros já descobertos, acompanhadas de suas informações gerais e curiosidades científicas. A disposição simultânea e próxima entre o texto descritivo e a representação visual do corpo celeste no diário reforça mais uma vez o Princípio da Contiguidade. Por fim, visando potencializar o engajamento através da gamificação, o sistema conta com um sistema de conquistas (Figura 4): ao atingir metas específicas (como descobrir o primeiro planeta ou finalizar dois módulos completos), o usuário é recompensado com medalhas virtuais que ficam permanentemente expostas em seu perfil.

Figura 4 – Medalhas



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O referencial teórico e a análise competitiva de trabalhos correlatos permitiram a identificação de lacunas no mercado e o estabelecimento de padrões a serem adotados no desenvolvimento do protótipo. Esta seção organiza os resultados obtidos em torno das três perguntas de pesquisa que guiaram este trabalho, articulando a literatura, as evidências levantadas e as soluções implementadas no sistema.

Quais são as principais limitações pedagógicas e técnicas dos jogos digitais voltados para o ensino de astronomia atualmente disponíveis?

A análise competitiva revelou duas barreiras primárias nos *softwares* atuais. A primeira é a barreira linguística, visto que as plataformas mais robustas e visualmente fiéis (como as disponibilizadas pela NASA) estão predominantemente em língua inglesa, dificultando o acesso de estudantes do ciclo básico da rede pública brasileira. A segunda barreira é de ordem pedagógica-estrutural: as soluções nacionais tendem a desconectar a mecânica principal do jogo (como desviar de obstáculos) do objetivo educacional, ou adotam formatos de *quizzes* estáticos. Essa repetição de formulários incentiva uma memorização espacial e mecânica por parte do aluno, em detrimento da construção de um aprendizado astronômico significativo.

Como os princípios de experiência de usuário e aprendizagem ativa podem ser integrados no desenvolvimento de um jogo educativo para superar tais limitações?

Essa integração é viabilizada por meio da aplicação rigorosa da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) durante as etapas de design de interface. O

protótipo desenvolvido demonstrou que é possível superar as limitações do mercado desenhando funcionalidades que respeitem os processos cognitivos do usuário. O Princípio da Antecipação foi integrado na mecânica prévia de montagem do telescópio; o da Sinalização e Contiguidade no destaque e rotulagem das constelações no céu noturno; e o da Segmentação na divisão fluida entre as fases de exploração e os questionários. Dessa forma, a experiência de usuário não atua apenas na estética, mas como um mecanismo de controle da carga cognitiva.

De que maneira a proposta de um novo ambiente gamificado pode atuar como ferramenta eficaz de apoio ao engajamento e à aprendizagem no ciclo básico?

O ambiente gamificado apoia o engajamento ao utilizar recompensas progressivas, como pontos, desbloqueio de novos módulos e medalhas de conquista,que dialogam diretamente com a geração atual de estudantes, cuja vivência está fortemente associada à cultura digital. Do ponto de vista da aprendizagem, a eficácia da ferramenta reside no uso de *feedbacks* explicativos e formativos. Ao invés de o sistema apenas punir o erro com a perda de pontos, ele explica o motivo da incorreção e registra as descobertas no "Caderno Estelar", ressignificando o erro, fomentando o estudo ativo e consolidando conceitos abstratos de forma lúdica.

AMEAÇAS À VALIDADE

Algumas ameaças à validade devem ser reconhecidas, apesar do rigor metodológico adotado. Esta pesquisa baseia-se em revisão teórica e na documentação de um protótipo de alta fidelidade estruturado na ferramenta Figma; como já indicado na Metodologia, essa delimitação de escopo impede, até o presente momento, a verificação prática em sala de aula e a coleta empírica de dados quantitativos com usuários finais, limitação que orienta diretamente os trabalhos futuros propostos na conclusão.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo propor o desenvolvimento de um protótipo de jogo educativo de astronomia fundamentado nos princípios da Teoria Cognitiva de

Aprendizagem Multimídia (TCAM). A pesquisa desenhou uma solução para superar os óbices dos métodos tradicionais de ensino, trazendo um incentivo aos estudantes por meio da gamificação, ao mesmo tempo em que mitigou as limitações dos *softwares* correlatos, que frequentemente esbarram na barreira do idioma ou incentivam apenas a memorização mecânica.

Destaca-se que, ao aliar diretrizes de experiência de usuário e aos princípios da TCAM, o projeto resultou em uma interface de alta fidelidade elaborada para o ambiente *web*. O protótipo valida uma proposta de aprendizagem ativa por meio de mecânicas interativas, como o *puzzle* de montagem do telescópio, a exploração livre do céu virtual e a aplicação de *quizzes* com *feedback* explicativo. Essa estrutura arquitetural ressignifica o erro no processo de aprendizagem e regula a carga cognitiva do estudante, unindo ludicidade e rigor científico.

Conclui-se que o modelo conceitual desenvolvido atende aos requisitos pedagógicos e de engajamento propostos para o público do ciclo básico de ensino. Como trabalhos futuros, sugere-se a codificação sistêmica da aplicação (utilizando linguagens de programação e frameworks *web*), sucedida por testes de usabilidade e validação empírica com alunos e professores em ambiente escolar, a fim de mensurar estatisticamente o real impacto do sistema no aprendizado de conceitos astronômicos.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, Arthur da Silva; DE LIMA SOUSA, Lázaro Luís; DA SILVA, Arthur Mendes. Reward space: um jogo educacional para o ensino da astronomia. **Revista Eletrônica do Seminário de Iniciação Científica da UFERSA**, v. 30, 2023.

BORGES, Simone de S. et al. Gamificação aplicada à educação: um mapeamento sistemático. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE).** 2013. p. 234.

DIAS, Claudio André C. M.; RITA, Josué R. Santa. Inserção da astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 6, p. 55-65, 2008.

ESCOLA GAMES. Sistema Solar. Goiânia: Escola Games, [s.d.]. Disponível em: https://www.escolagames.com.br/jogos/sistema-solar. Acesso em: 5 mai. 2026.

FALKEMBACH, Gilse A. Morgental. O lúdico e os jogos educacionais. **CINTED-Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação**, UFRGS, v. 911, 2006.

FARDO, Marcelo Luis. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote**, v. 11, n. 1, 2013.

FERREIRA, Gabriellen Thaila Alves; OLIVEIRA, Keiliane Almeida de; OLIVEIRA, Leticia Maria de. Importância da astronomia nas séries iniciais do ensino fundamental. **Extendere**, v. 2, n. 2, 2014.

FURTADO, Gabriel de Oliveira; SOTIL, José Walter Cardenas. A utilização de jogos educativos digitais no processo de ensino: vantagens e desafios. **Revista Científica FESA**, v. 3, n. 14, p. 153-163, 2024.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 2, p. 205-224, 2010.

MAYER, Richard E. **Multimedia learning**. London: Cambridge University Press, 2001.

MAYER, Richard E. **Cognitive theory of multimedia learning**. The Cambridge handbook of multimedia learning, v. 41, n. 1, p. 31-48, 2005.

MELO, Diogo Nazareno Almeida de. **UX. br: um modelo de maturidade de experiência de usuário para aplicações governamentais**. 2023.

MILONE, André de Castro (org.). **Introdução à astronomia e astrofísica: volume 1**. São Paulo: LF Editorial, 2024.

MORATORI, Patrick Barbosa. **Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem.** UFRJ, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, 2003.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). Hubble's Cosmic Adventure. Washington, DC: NASA, [2025]. Disponível em: https://science.nasa.gov/mission/hubble/multimedia/hubbles-cosmic-adventure/. Acesso em: 5 mai. 2026.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). Name That Nebula. Washington, DC: NASA, [2025]. Disponível em: https://science.nasa.gov/mission/hubble/multimedia/name-that-nebula/. Acesso em: 5 mai. 2026.

OLIVEIRA, Camila Muniz de; JUNIOR, Edson Ribeiro de Britto de Almeida; BATISTA, Michel Corci. Análise sistemática dos jogos digitais de astronomia segundo as lentes teóricas da teoria cognitiva de aprendizagem multimídia. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 6, p. 301-317, 2021.

PANOSSO, Mariana Gomide; SOUZA, Silvia Regina de; HAYDU, Verônica Bender. Características atribuídas a jogos educativos: uma interpretação analítico-comportamental. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 19, n. 2, p. 233-242, 2015.

SILVA, Andreza Regina Lopes et al. **Gamificação na educação**. Pimenta Cultural, 2014.

SILVEIRA, Murilo Mauro. A experiência do usuário (UX) em serviços informacionais: dimensões, tecnologias e aplicações. **Encontros Bibli**, v. 30, p. e103413, 2025.

STAFUSA, Ana Maria Ferreira Lemes; SANTOS, Mônica Romana de Oliveira; CARDOSO, Valdinei Cezar. Teoria cognitiva da aprendizagem multimídia e jogos

digitais. **Matemática e Ciência: construção, conhecimento e criatividade**, v. 3, n. 2, p. 8-36, 2020.

TOLEDO, João. **Fundamentos de experiência do usuário – UX design e user interface – UI**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2024.

TOLOMEI, Bianca Vargas. A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. **EAD em foco**, v. 7, n. 2, 2017.

WORDWALL. Jogo sobre planetas e astronomia. [S. l.]: Wordwall, [s.d.]. Disponível em: https://wordwall.net/pt/resource/16750929/geografia/jogo-sobre-planetas-e-astronomia. Acesso em: 5 mai. 2026.