

Caçando o Wumpus no Ensino Médio: Avaliação de Interfaces Físicas para o Ensino de Raciocínio Lógico e Incerteza

Hunting the Wumpus in High School: Evaluation of Physical Interfaces for Teaching Logical Reasoning and Uncertainty

Mateus Bonfim Track¹, Maurilio Martins Campano Junior^{1,2},
Gabriel Vinicius de Menezes Gama¹, Linnyer Beatrys Ruiz Aylon¹

¹Manna Team

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PCC)

Maringá - PR - Brazil

²Centro Universitário UniCesumar - Engenharia de Software

Maringá - PR - Brazil

mateus.trackson@gmail.com, maurilio.campanojr@gmail.com,
gabrielmenezes.gama@hotmail.com, lbruiz@uem.br

Abstract. Introduction: The teaching of logical inference is typically restricted to higher education, and its transposition to high school requires tangible and playful approaches to overcome demotivation and stimulate computational thinking. **Objective:** This work was developed in the context of the Manna project and aims to validate two physical implementations of the Hunt the Wumpus game as pedagogical instruments for the practical teaching of logical reasoning in a technical high school. **Methodology:** The game was developed on two hardware platforms: Arduino (discrete components) and Cardputer ADV (embedded system). The empirical evaluation was conducted with 63 technical students, using the MEEGA+ model. **Results:** Even with 50% of the sample initially lacking interest in computing, acceptance was exceptionally high: 96.4% considered learning to be easy and 83.9% reported understanding new concepts. The novelty of the platforms and the competitiveness engaged the students, validating educational hardware as an effective catalyst in teaching complex logic.

Keywords. Educational Games, Logical Inference, Physical Computing, Wumpus World, Technical Education, Arduino.

Resumo. Introdução: O ensino de lógica de inferência é tipicamente restrito ao ensino superior sendo que sua transposição para o ensino médio exige abordagens tangíveis e lúdicas para contornar a desmotivação e estimular o pensamento computacional. **Objetivo:** Este trabalho foi desenvolvido no contexto do projeto Manna e tem como objetivo validar duas implementações físicas do jogo Hunt the Wumpus como instrumentos pedagógicos para o ensino prático de raciocínio lógico no ensino médio técnico. **Metodologia:** O jogo foi desenvolvido em duas plataformas de hardware: Arduino (componentes discretos) e Cardputer ADV (sistema embarcado). A avaliação empírica ocorreu com 63 alunos técnicos, utilizando o modelo MEEGA+. **Resultados:**

Mesmo com 50% da amostra inicialmente desinteressada em computação, a aceitação foi altíssima: 96,4% consideraram o aprendizado fácil e 83,9% relataram compreender novos conceitos. O ineditismo das plataformas e a competitividade engajaram os estudantes, validando o hardware educativo como eficaz catalisador no ensino de lógica complexa.

Palavras-chave. Jogos Educacionais, Lógica de Inferência, Computação Física, Mundo do Wumpus, Ensino Técnico, Arduino.

1. Introdução

A integração do Pensamento Computacional no ensino básico e técnico tem se consolidado como um pilar essencial para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, propiciando uma aprendizagem efetivamente significativa [de Araújo 2023]. Contudo, o ensino de conceitos formais de computação frequentemente esbarra na barreira da desmotivação estudantil e no alto nível de abstração exigido pelos currículos tradicionais. Para mitigar esse obstáculo, a literatura da área de Informática na Educação tem apontado que a utilização de dinâmicas lúdicas atua como um poderoso catalisador, aumentando substancialmente a motivação e o engajamento dos discentes no aprendizado de computação [Figueiredo e García-Peñalvo 2020].

Dentre os tópicos que exigem maior esforço cognitivo encontra-se o estudo da Inteligência Artificial e, mais especificamente, o raciocínio lógico e a tomada de decisão sob incerteza. Para ilustrar tais conceitos, o clássico problema do “Mundo do Wumpus” [Russell e Norvig 2022] destaca-se como um ambiente excelente para o ensino prático de inferência matemática. Tradicionalmente, porém, a abordagem desse jogo e de suas regras de dedução fica restrita às grades curriculares do ensino superior, sendo modelada por meio de cálculo de predicados, lógica de primeira ordem e linguagens declarativas como o Prolog [Bryce 2011].

Evidencia-se, portanto, uma clara lacuna pedagógica: falta uma ponte metodológica que traduza essa complexidade acadêmica universitária para uma linguagem simples e atrativa para adolescentes e jovens adultos. Nesse sentido, a transposição de jogos puramente baseados em *software* para o ambiente da computação física, utilizando componentes como Arduino, atuadores e sensores de baixo custo, pode facilitar sobremaneira a materialização da teoria e a compreensão de conceitos sistêmicos [Evans et al. 2013]. Experiências anteriores demonstram que a adaptação de lógicas conhecidas, como o clássico jogo de memória “Genius” ou jogos do gênero *infinite runner*, para arquiteturas embarcadas, apresenta resultados concretos na facilitação do aprendizado de conceitos da computação [Track et al. 2025].

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar e validar o uso de interfaces físicas no ensino da lógica de inferência para alunos do ensino médio técnico, utilizando a mecânica do Mundo do Wumpus como estudo de caso. Para atingir esse propósito, o artefato lúdico foi implementado em duas plataformas de *hardware* distintas: uma abordagem utilizando componentes discretos acoplados a um microcontrolador Arduino, e uma implementação inovadora em um dispositivo embarcado *all-in-one* com tela e teclado integrados, denominado Cardputer ADV [M5Stack 2025]. O foco central da intervenção reside em avaliar o impacto pedagógico empírico dessa transposição tangível e mensurar a experiência do jogador em sala de aula.

Os diferenciais e contribuições desta pesquisa fundamentam-se em três pilares principais: (i) a proposição de uma transposição didática inovadora, movendo um conceito abstrato da Inteligência Artificial do ensino superior para o ensino médio; (ii) a análise qualitativa e comparativa de usabilidade entre o uso de componentes modulares tradicionais e um dispositivo embarcado compacto; e (iii) a comprovação quantitativa de que o *hardware* educativo gera um alto engajamento e facilita a percepção de aprendizado, mesmo em turmas que, *a priori*, demonstram pouco interesse profissional pela área de tecnologia.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 descreve a fundamentação teórica, abrangendo as regras clássicas de inferência do jogo e os trabalhos relacionados; a Seção 3 detalha os procedimentos metodológicos, incluindo a arquitetura dos dispositivos e o protocolo do experimento; a Seção 4 apresenta e discute os achados quantitativos e qualitativos da aplicação com os estudantes; por fim, a Seção 5 apresenta as considerações finais do estudo e destaca caminhos para trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta os conceitos subjacentes que fundamentam a pesquisa, abordando desde a concepção clássica do jogo *Hunt the Wumpus* e suas representações lógicas na inteligência artificial, até os trabalhos correlatos que empregam jogos e plataformas embarcadas no contexto educacional.

2.1. O Mundo do Wumpus e a Lógica de Inferência

O clássico *Hunt the Wumpus*, concebido originalmente por Yob (1975), constituiu-se como uma aventura baseada em texto cujo objetivo central era a eliminação de um monstro homônimo. Posteriormente, o jogo foi formalizado na literatura de Inteligência Artificial, notadamente por Russell e Norvig (2022), como um ambiente voltado para o ensino de agentes baseados em conhecimento e raciocínio lógico sob incerteza.

Nessa formalização matemática, o ambiente é representado como uma matriz bidimensional de salas adjacentes, conectadas horizontal e verticalmente. O agente (jogador) inicia a partida em uma sala aleatória e deve explorar um espaço inteiramente desconhecido em busca de ouro. As salas podem conter perigos mortais: o próprio Wumpus, que devora o agente, ou poços (buracos), que causam a morte por queda. Variantes do jogo também incluem morcegos gigantes, que capturam o jogador e o transportam para uma sala aleatória do tabuleiro.

A principal mecânica de progressão baseia-se na captação de percepções sensoriais na qual cada perigo irradia uma percepção específica para as salas adjacentes: o Wumpus exala um forte fedor, os buracos geram uma brisa perceptível e os morcegos produzem o som de bater de asas. Na representação de Russel e Norvig (2022), a adjacência adota a vizinhança de 4 (modelo de Von Neumann), na qual as percepções se propagam estritamente para as salas adjacentes ortogonais (norte, sul, leste, oeste), conforme ilustrado na Figura 1.

Em contrapartida, diversas adaptações modernas empregam a vizinhança de 8 (modelo de Moore), abordagem esta adotada na implementação do presente trabalho. Algebricamente, dado um elemento localizado nas coordenadas espaciais (x, y) , suas

4				
3		  		
2				
1				
	1	2	3	4

Figura 1. Representação clássica do Mundo do Wumpus em matriz 4×4 [Russell e Norvig 2022].

percepções irradiam para as adjacências delimitadas no intervalo de $x - 1$ a $x + 1$ nas linhas e $y - 1$ a $y + 1$ nas colunas.

A Figura 2 exemplifica essa mecânica de propagação por meio de uma matriz 8×8 . No diagrama, a posição espacial de cada célula é denotada pelo formato *(linha, coluna)*, de modo que (1, 5) representa a primeira linha e a quinta coluna. Os atores e perigos do cenário são mapeados por meio de caracteres específicos: **J** indica a posição atual do jogador; **W** representa o Wumpus, cuja presença irradia um fedor (**F**); **P** demarca um buraco (*Pit*), que gera uma brisa (**B**) ao seu redor; e **M** denota os morcegos, cujas células adjacentes propagam o ruído de bater de asas (**A**).

Vale destacar que, devido à intersecção das áreas de vizinhança, uma única sala pode abrigar percepções sobrepostas. Por exemplo, ao explorar a célula (6, 7), o jogador estaria sujeito a duas percepções simultâneas (**A** e **B**), o que permite inferir logicamente a existência de morcegos e de um buraco nas adjacências imediatas daquela posição.

A compreensão dessa topologia é a base para a inferência de estados seguros e a análise matemática das percepções permite deduzir a exata localização dos perigos, por exemplo, a intersecção de três salas contíguas que emitem a percepção de brisa indica que o buraco encontra-se na sala vizinha central comum a essas percepções. Esse raciocínio dedutivo dita a tomada de decisão do jogador sobre avançar ou recuar.

2.2. Abordagens Pedagógicas de Representação Lógica

A transposição didática das regras de inferência do Wumpus varia drasticamente conforme o nível educacional. No ensino superior, a abordagem é estritamente formal. O jogo é comumente programado e resolvido utilizando linguagens lógicas, como Prolog, na qual as regras são expressas por meio de sentenças atômicas (ex.: $\text{Fedor}(1, 2)$) e complexas (ex.: $\text{Fedor}(1, 2) \wedge \text{Fedor}(1, 3)$). A modelagem exige o domínio do cálculo de predicados de primeira ordem, utilizando o quantificador universal ($\forall x, y$) para definir as regras globais do tabuleiro e o quantificador existencial ($\exists$) para postular a existência

1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
2,1	F 2,2	F 2,3	F 2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
3,1	F 3,2	W 3,3	F 3,4	3,5	3,6	3,7	3,8
4,1	F 4,2	F 4,3	F 4,4	A 4,5	A 4,6	4,7	4,8
5,1	5,2	5,3	5,4	A 5,5	M 5,6	A 5,7	5,8
6,1	6,2	6,3	6,4	A 6,5	A 6,6	A/B 6,7	B 6,8
7,1	J 7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	B 7,7	P 7,8
8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	B 8,7	B 8,8

Figura 2. Propagação de percepções na matriz baseada na vizinhança de 8. Adaptado de Russel e Norvig (2022).

do Wumpus, formando bases de conhecimento complexas [Bryce 2011].

Para o ensino médio técnico, foco deste artigo, propõe-se uma abstração da notação matemática densa. A representação lógica é ensinada por meio da intuição espacial da matriz, dispensando a formalização das coordenadas exatas no código. O foco cognitivo recai inteiramente no conceito da vizinhança de 8 e na avaliação sistemática de salas (seguras vs. não seguras), estimulando o pensamento computacional e a resolução de problemas práticos de maneira tangível e direta.

2.3. Trabalhos Relacionados

O uso de jogos para explorar cenários desconhecidos e deduzir soluções alinha-se aos preceitos da Teoria das *Quests* (Missões) em jogos [Aarseth 2005]. Reed (2017) demonstrou a eficácia da representação em modo texto tradicional do Wumpus para estimular a imaginação do cenário espacial, traçando paralelos com a mecânica de jogos de RPG clássicos. No escopo acadêmico, Bryce (2011) consolidam o uso deste ambiente no ensino superior para abstrair conceitos de agentes inteligentes.

Paralelamente, o uso de *hardware* livre para o desenvolvimento de jogos e interfaces educacionais apresenta vasta literatura. Santos et al. (2023) focaram no ensino da linguagem Braille por meio de jogos em dispositivos tangíveis. Investigações adicionais demonstram a versatilidade dos microcontroladores no gerenciamento de carros robóticos via NFC para o ensino de segurança cibernética [Raval et al. 2018] e no controle *Bluetooth* de robôs em partidas de futebol [Wu et al. 2020].

Para o ensino introdutório, destacam-se os trabalhos de Leite (2022), que propõe a integração física do Arduino com a linguagem de programação visual *Scratch*, e os *kits* didáticos simplificados desenvolvidos por Cunha (2023) e Assante et al. (2016) para introduzir crianças aos conceitos de eletrônica.

Observa-se que a vasta maioria das aplicações do Mundo do Wumpus na

literatura concentra-se no ensino superior. O presente trabalho se diferencia ao adaptar este paradigma da Inteligência Artificial para o ensino médio, materializando a lógica matemática não em emuladores de terminal, mas em um dispositivo *hardware* inovador *all-in-one* (Cardputer ADV), democratizando o acesso a conceitos computacionais avançados.

3. Metodologia

A condução desta pesquisa foi estruturada em três etapas inter-relacionadas: (1) a implementação do jogo utilizando componentes eletrônicos via Arduino; (2) a implementação em um sistema embarcado de arquitetura integrada (Cardputer ADV); e (3) a avaliação empírica do artefato em sala de aula com alunos do ensino médio técnico. Esta abordagem permitiu validar o impacto do uso de interfaces físicas no ensino da lógica de inferência.

3.1. Implementação Baseada em Arduino

A primeira etapa consistiu no desenvolvimento de uma interface física tangível para o Mundo do Wumpus utilizando a plataforma Arduino. A representação espacial do cenário foi construída por meio de um *display* matriz de LEDs de 8×8 , o qual mapeia as 64 salas contíguas do jogo.

O estado inicial aloca o jogador em uma sala de forma pseudoaleatória, sendo a sua posição atual indicada por um LED intermitente. O sistema implementa o rastreamento (*tracking*) de exploração, mantendo as salas previamente visitadas constantemente acesas. A interação de movimento nos eixos X e Y foi abstraída para um módulo *joystick*.

Para traduzir as percepções sensoriais clássicas do jogo para a interface eletrônica, empregou-se três LEDs de cores distintas. Conforme o jogador se desloca, o microcontrolador avalia a vizinhança topológica e aciona o LED correspondente caso haja um perigo adjacente (fedor para o Wumpus, brisa para buracos e ruído de asas para morcegos). A ação tática de atirar flechas foi mapeada fisicamente para um botão no estilo arcade, sendo o jogo acomodado em uma caixa MDF.

3.2. Implementação em Sistema Embarcado (Cardputer ADV)

Visando expandir a complexidade mecânica e avaliar a portabilidade para dispositivos com maior poder computacional, a segunda etapa focou no desenvolvimento do jogo para o *Cardputer ADV* [M5Stack 2025]. Trata-se de um dispositivo provido de um microcontrolador M5Stamp S3A (ESP32-S3FN8), processador *dual-core* a 240 MHz, 16 MB de memória Flash e 512 KB de SRAM. A interface visual gráfica foi renderizada em um display LCD de 1.14 polegadas com resolução de 240×135 pixels.

A interface de controle aproveitou o teclado nativo do dispositivo: as teclas direcionais gerenciam a movimentação pelas 64 salas matriciais, enquanto as teclas A-W-S-D controlam a direção dos disparos. O ganho de processamento desta plataforma permitiu a implementação de uma curva de dificuldade baseada em níveis progressivos, alterando a densidade de elementos gerados e a escassez de recursos, descritos a seguir:

- **Nível 1:** 64 salas, 3 elementos hostis e 1 flecha;

- **Nível 2:** 64 salas, 6 elementos hostis e 2 flechas;
- **Nível 3:** 64 salas, 9 elementos hostis e 3 flechas;
- **Nível 4:** 64 salas, 12 elementos hostis e 4 flechas;
- **Nível 5 (Complexidade Máxima):** 64 salas, 15 elementos hostis e 5 flechas.

A Figura 3 ilustra o comparativo físico entre os dois artefatos desenvolvidos e submetidos à validação.

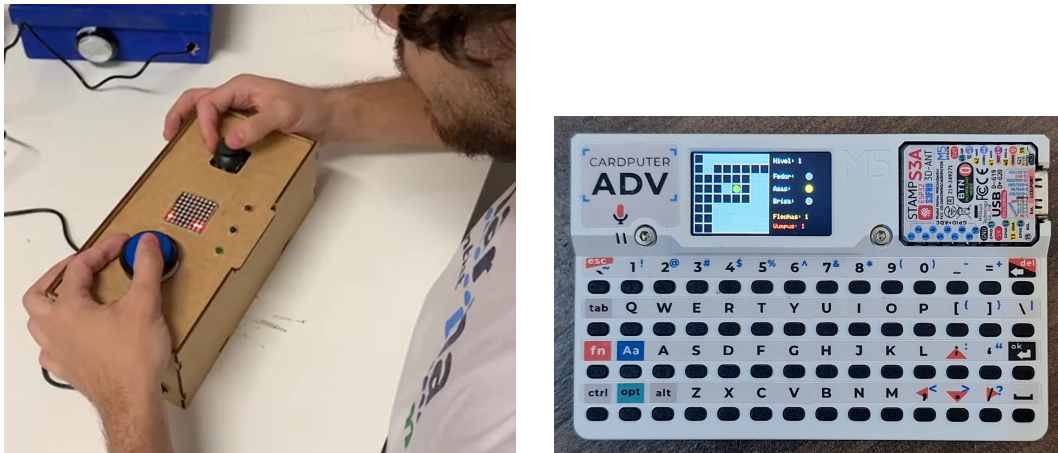


Figura 3. Protótipo interativo no Arduino e no Cardputer ADV.

3.3. Protocolo de Avaliação em Sala de Aula

Ressalta-se que os procedimentos descritos nesta pesquisa envolveram seres humanos e seguiram rigorosamente as diretrizes éticas vigentes, em estrita conformidade com as Resoluções nº 466/2012 [Brasil. Ministério da Saúde 2012] e nº 510/2016 [Brasil. Ministério da Saúde 2016] do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Por consistir na coleta de opinião e avaliação de usabilidade de uma ferramenta pedagógica (artefato lúdico), a atividade foi conduzida durante o horário regular de aulas. A execução ocorreu mediante a anuência formal prévia da diretoria da instituição de ensino, bem como dos professores titulares responsáveis pelas disciplinas no momento da aplicação. A participação dos estudantes foi estritamente voluntária, assegurando-se o sigilo e o anonimato das respostas.

A etapa final constituiu-se da validação empírica da proposta metodológica com estudantes do ensino médio técnico. O protocolo de intervenção presencial foi executado em quatro fases sequenciais: (1) aplicação dos instrumentos de pré-teste; (2) apresentação expositiva das regras do jogo integradas a conceitos básicos de programação e hardware (Arduino/ESP32); (3) sessão prática (*gameplay*) no qual os alunos interagiram ativamente com as duas plataformas desenvolvidas; e (4) aplicação do instrumento de pós-teste.

Os questionários de pré-teste tiveram como objetivo traçar o perfil inicial da amostra. O primeiro mapeou os dados demográficos (idade e gênero), enquanto o segundo instrumento investigou o *background* tecnológico, buscando mensurar o contato prévio dos estudantes com robótica, desenvolvimento e consumo de jogos digitais.

A avaliação da experiência do jogador no pós-teste baseou-se em uma adaptação do instrumento validado MEEGA+ [Petri et al. 2019]. Os dados foram coletados

mediante uma escala Likert de 5 pontos (onde 1 indica “Discordo Totalmente” e 5 indica “Concordo Totalmente”). As variáveis analisadas foram agrupadas nas seguintes dimensões:

- **Facilidade de Aprendizado e Clareza (QF1 a QF4):** Avaliação da usabilidade das plataformas e o nível de compreensão das regras lógicas do jogo;
- **Desafio e Realização (QF5 a QF6):** Mensuração da adequação do nível de dificuldade e o engajamento proveniente da vitória nos níveis superiores;
- **Aceitação (QF7 a QF9):** Índices de satisfação geral com a dinâmica, entretenimento proporcionado e potencial de recomendação;
- **Percepção de Aprendizagem (QF10 a QF13):** Autoavaliação do estudante sobre a efetividade do jogo como ferramenta de ensino e sua capacidade de motivar o interesse futuro pela área de computação.

Para corroborar as dimensões do modelo MEEGA+, o instrumento foi complementado por três questões específicas, visando consolidar de forma direta a percepção dos estudantes sobre três eixos: se gostaram da experiência com o jogo, se reconhecem o aprendizado de novos conceitos e se consideraram as mecânicas estimulantes e desafiadoras.

4. Resultados e Discussões

A avaliação da proposta metodológica foi conduzida com duas turmas do terceiro ano do ensino médio técnico integrado em Desenvolvimento Web, totalizando uma amostra de 63 alunos participantes. A análise dos dados foi dividida em três eixos: o mapeamento do perfil da amostra, a avaliação da experiência do jogador por meio do instrumento MEEGA+ e a análise qualitativa comparativa entre as duas abordagens de *hardware*.

4.1. Perfil Demográfico e *Background* Tecnológico da Amostra

A análise do questionário pré-teste revelou um público predominantemente jovem, composto por 35 participantes do sexo masculino e 28 do sexo feminino. A faixa etária concentrou-se majoritariamente nos 17 anos (43 alunos), seguidos por 16 anos (15 alunos), 18 anos (4 alunos) e 19 anos (1 aluno).

Os dados referentes ao *background* tecnológico revelaram um cenário peculiar e muito relevante para o escopo desta pesquisa. Apesar de estarem matriculados em um curso técnico de Desenvolvimento Web, com 93% da amostra afirmando já ter tido aulas em laboratórios de informática, apenas cerca de 50% dos alunos indicaram possuir interesse genuíno na área de tecnologia. De forma análoga, 50% relataram já ter cursado disciplinas de programação e robótica.

No que tange à cultura de jogos, a amostra apresentou grande afinidade com o meio lúdico: 74% indicaram ter contato parcial ou total com jogos digitais, 47% com jogos analógicos (não-digitais) e 71% afirmaram ter alguma familiaridade com o desenvolvimento de jogos. Em relação ao *hardware* utilizado, 42% dos estudantes relataram contato prévio com a plataforma Arduino.

4.2. Avaliação da Experiência do Jogador (Análise do MEEGA+)

Os dados coletados no pós-teste forneceram evidências quantitativas sobre a eficácia dos artefatos desenvolvidos. As quatro primeiras questões (QF1 a QF4), referentes à

facilidade de aprendizado e clareza das mecânicas, indicaram uma excelente curva de usabilidade: 80,4% dos estudantes concordaram que foi necessário aprender poucas coisas para iniciar a interação, e 96,4% afirmaram que aprender a jogar foi fácil. Além disso, 94,6% relataram facilidade na compreensão das regras lógicas subjacentes, e 83,9% acreditam que a maioria das pessoas também assimilaria a mecânica facilmente.

No bloco referente à percepção de desafio e aceitação (QF5 a QF9), os resultados demonstraram alto engajamento. Verificou-se que 75% dos alunos se sentiram desafiados pelo Mundo do Wumpus, enquanto 85,7% relataram um sentimento de realização ao completar os objetivos propostos. A aceitação geral foi expressiva: 94,6% apontaram ter gostado do jogo, 91,1% afirmaram ter se divertido e 89,3% recomendariam a experiência para colegas.

O impacto pedagógico, mensurado pelas questões QF10 a QF13, validou a hipótese de que o jogo é uma ferramenta instrucional eficaz para conceitos abstratos. Dentre os participantes, 87,5% concordaram que os jogos desenvolvidos são um bom método de ensino para lógica de inferência, com 85,7% afirmando que a intervenção foi impactante para a compreensão do conteúdo. Consequentemente, 78,6% concordaram ter sido capazes de aprender ativamente por meio dessa abordagem, e 71,4% sentiram-se motivados a estudar novos conceitos após a atividade.

Esses achados foram corroborados pelas três questões específicas de controle, onde 89,3% reiteraram o gosto pelo jogo, 83,9% confirmaram o aprendizado de novos conceitos computacionais e 82,1% validaram o estímulo do desafio (com apenas 3,6% de discordância).

Sob a ótica educacional, o cruzamento do pré-teste com o pós-teste revela o dado mais expressivo desta pesquisa: mesmo para os ~ 50% dos estudantes que inicialmente não demonstravam interesse pela área de computação, a experiência lúdica tangível foi capaz de gerar índices de satisfação e percepção de aprendizado superiores a 80%. Isso demonstra o enorme potencial dos jogos embarcados como catalisadores de atratividade e retenção de alunos no ensino técnico.

4.3. Análise Qualitativa Comparativa: Arduino vs. Cardputer

A disponibilização de duas interfaces físicas distintas gerou ricas observações qualitativas durante a sessão prática. Em relação à implementação baseada em componentes discretos (Arduino), constatou-se que a familiaridade prévia de 42% da turma com a plataforma gerou um conforto inicial. No entanto, o uso prévio destes alunos estava restrito a tutoriais básicos com LEDs e *push-buttons* pequenos. A introdução de um botão estilo *arcade* genuíno acoplado ao Arduino causou surpresa positiva, demonstrando aos alunos como componentes familiares podem ser recontextualizados para a criação de interfaces lúdicas mais robustas.

Por outro lado, a implementação no Cardputer ADV gerou um engajamento pautado pelo ineditismo, visto que nenhum aluno relatou conhecimento prévio do dispositivo. O formato *all-in-one* (tudo-em-um) com tela e teclado integrados despertou imediata curiosidade sobre as capacidades do *hardware*, suscitando questionamentos sobre a possibilidade de portar outros jogos lógicos para a plataforma, como o clássico *Snake* ou jogos de tabuleiro digitais (xadrez e damas).

A principal diferença comportamental observada entre as abordagens foi competitiva. A escalabilidade do *software* no Cardputer, que oferecia níveis progressivos de dificuldade, transformou a avaliação em um ambiente de competição saudável. Os alunos demonstraram grande persistência para superar a complexidade máxima (Nível 5), competindo entre si não apenas para compreender a lógica de inferência de estados seguros, mas para executá-la de forma otimizada para vencer o jogo.

5. Considerações Finais

O presente trabalho propôs e validou a transposição didática de um clássico problema da Inteligência Artificial, o Mundo do Wumpus, tradicionalmente abordado no ensino superior com linguagens lógicas formais, para o contexto do ensino médio técnico. Por meio da construção de interfaces físicas interativas, o estudo demonstrou que a materialização de conceitos abstratos, como a topologia de vizinhança e a lógica de inferência sob incerteza, viabiliza uma aprendizagem significativa e de alta aceitação entre jovens estudantes.

A avaliação empírica, estruturada sob as métricas do instrumento MEEGA+, revelou índices de excelência na experiência do jogador. O achado mais expressivo desta pesquisa, contudo, repousa no impacto motivacional da intervenção empírica. Em uma amostra onde aproximadamente metade dos discentes não demonstrava interesse prévio pela área de tecnologia e programação, a utilização do jogo físico alcançou mais de 89% de satisfação e superou 80% na percepção de aprendizado e compreensão das regras lógicas. Este dado corrobora a tese de que a computação física e os jogos tangíveis são catalisadores essenciais para a retenção de atenção e engajamento no ensino técnico.

Ademais, a análise comparativa qualitativa entre as plataformas de *hardware* evidenciou vantagens complementares. A abordagem com Arduino e componentes discretos provou-se eficaz em desmistificar a arquitetura de *hardware*, surpreendendo os alunos ao recontextualizar componentes cotidianos, como botões de *arcade*, em circuitos educativos. Por sua vez, a implementação no Cardputer ADV destacou-se pelo ineditismo de sua arquitetura *all-in-one* e pelo maior poder computacional. A capacidade de suportar uma matriz completa de 8×8 com renderização visual e, precipuamente, de escalonar a dificuldade em cinco níveis progressivos, gerou uma dinâmica de competição saudável que impulsionou os alunos a exercitarem o raciocínio lógico de forma reiterada para vencer a máquina.

Em suma, a pesquisa evidencia que a interface física não é apenas um adorno lúdico, mas um componente instrucional ativo que democratiza o acesso a conceitos computacionais complexos.

Como trabalhos futuros, propõe-se: (a) a condução de estudos longitudinais para verificar a retenção do conhecimento lógico em médio e longo prazo; (b) a adaptação de outros algoritmos clássicos de busca e inteligência artificial para o formato de jogos embarcados no Cardputer ADV, aproveitando o interesse já manifestado pelos estudantes; e (c) a inserção de mecânicas multijogador colaborativas nas plataformas físicas, avaliando o impacto da resolução de problemas em pares no entendimento matemático da tomada de decisão.

Agradecimentos

“Agradecimentos ao Manna Team, a Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Brasil (Processo nº 421548/2022-3) pelo apoio”.

Referências

- Aarseth, E. (2005). From hunt the wumpus to everquest. *Center for Computer Games Research*, 45(3253):4567.
- Assante, D., Fornario, C., Sayed, A. E., e Salem, S. A. (2016). Edutronics: Gamification for introducing kids to electronics. In *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 905–908.
- Brasil. Ministério da Saúde (2012). Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.
- Brasil. Ministério da Saúde (2016). Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em ciências humanas e sociais.
- Bryce, D. (2011). Wumpus world in introductory artificial intelligence. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 27(2):58–65.
- Cunha, D. G. (2023). Ensaio sobre produtos educacionais da startup Digo: aspectos sobre o conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo (TPACK).
- de Araújo, F. J. (2023). A importância do pensamento computacional como ferramenta para uma aprendizagem significativa. *Revista Científica Foz*, 6(2):13–13.
- Evans, M., Noble, J., e Hochenbaum, J. (2013). *Arduino em ação*. Novatec Editora.
- Figueiredo, J. e García-Peñalvo, F. J. (2020). Increasing student motivation in computer programming with gamification. In *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 997–1000. IEEE.
- Leite, D. G. (2022). Uso da robótica educacional e pensamento computacional para melhorar a compreensão em aulas de fundamentos de eletricidade e lógica de programação. Master's thesis, Especialização em Docência para Educação Profissional e Tecnológica – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.
- M5Stack (2025). M5Stack - Modular IoT Dev Kits for Rapid Prototyping. <https://m5stack.com/>. Acessado em: abril de 2026.
- Petri, G., Gresse von Wangenheim, C., e Borgatto, A. F. (2019). Meega+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(3).
- Raval, R., Maskus, A., Saltmiras, B., Dunn, M., Hawrylak, P. J., e Hale, J. (2018). Competitive learning environment for cyber-physical system security experimentation. In *2018 1st International Conference on Data Intelligence and Security (ICDIS)*, pages 211–218.

- Reed, D. (2017). Hunt the wumpus. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 32(5):73–75.
- Russell, S. e Norvig, P. (2022). *Inteligência Artificial - Uma Abordagem Moderna*. GEN LTC.
- Santos, M. A., Jesus, B., Diniz, M., e Ferreira, J. (2023). Braille de bolso: Um jogo digital portátil embarcado em uma placa arduino. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 526–535, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Track, M. B., Campano Junior, M. M., de Menezes Gama, G. V., de Assumpção, M., Aylon, L. B. R., et al. (2025). Do laboratório à sala de aula: avaliação de protótipos de jogos com arduino no ensino médio. *Anais do Computer on the Beach*, 16:379–385.
- Wu, B., Yang, Z., Wu, X., e Chen, Y. (2020). 3d printing intelligent soccer robot match system. In *2020 Chinese Automation Congress (CAC)*, pages 6013–6017.
- Yob, G. (1975). Hunt the wumpus. *Creative Computing*, pages 51–54.