

Jogo Educacional Fundamentado em IA para o Ensino de Datas Comemorativas destinado a Alunos com Deficiência Intelectual

Gabriel Dalzoto Salles¹, Helyane Bronoski Borges¹, Simone Nasser Matos¹, Tarcizio Alexandre Bini¹, Hellen Jaqueline Cordeiro Mizerski

¹Departamento Acadêmico de Informática – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-PR)

Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Ponta Grossa – PR – Brazil

gabdsalles@gmail.com, {helyane, snasser, tarcizio}@utfpr.edu.br, hellenjaq@hotmail.com

Abstract. *The integration of Artificial Intelligence (AI) techniques in educational games expands the possibilities for personalization and engagement in inclusive education. Thus, an educational game focused on teaching commemorative dates to students with intellectual disabilities (ID) was developed and evaluated, structured into three minigames: maze, memory, and dominoes. Different AI techniques were incorporated into the game mechanics. The evaluation was conducted with 22 students with ID. The results indicate high levels of acceptance regarding usability, challenge, and satisfaction, as well as positive evidence of engagement and interaction. Besides, reinforce the potential of AI-based educational games as tools to support inclusive education.*

Resumo. *A integração de técnicas de Inteligência Artificial (IA) em jogos educacionais amplia as possibilidades de personalização e engajamento no ensino inclusivo. Assim, desenvolveu-se e avaliou-se um jogo para o ensino de datas comemorativas para alunos com deficiência intelectual (DI), estruturado em três minijogos: labirinto, memória e dominó. Diferentes técnicas de IA foram incorporadas nas mecânicas do jogo. A avaliação foi realizada com 22 alunos com DI. Os resultados indicam altos níveis de aceitação quanto à usabilidade, desafio e satisfação, além de evidências positivas de engajamento e interação. Além disso, reforçam o potencial de jogos educacionais baseados em IA como ferramenta de apoio ao ensino inclusivo.*

1. Introdução

A utilização de jogos educacionais tem se consolidado como uma estratégia promissora para apoiar o processo de ensino e aprendizagem, especialmente por promover maior engajamento, motivação e participação ativa dos estudantes [Almeida *et. al* 2019]. Se destacam por aliar objetivos pedagógicos a elementos lúdicos, possibilitando experiências de aprendizagem mais atrativas e efetivas [Savi and Ubricht 2008].

Quando se trata de alunos com Deficiência Intelectual (DI), a adoção de abordagens pedagógicas diferenciadas torna-se ainda mais relevante. Esses alunos podem apresentar dificuldades relacionadas à atenção, memória, abstração e generalização de conceitos, o que exige o uso de metodologias que favoreçam a repetição, a visualização e a interação [Souza 2018]. Nesse cenário, jogos educacionais configuram-se como ferramentas particularmente adequadas, pois permitem a adaptação do conteúdo ao ritmo

do aluno, promovendo maior autonomia, inclusão e desenvolvimento cognitivo [Moratori 2003].

Nos últimos anos, a integração de técnicas de Inteligência Artificial (IA) em ambientes educacionais tem ampliado as possibilidades de personalização da aprendizagem. A IA permite analisar o comportamento do usuário, adaptar níveis de dificuldade, fornecer *feedback* em tempo real e ajustar dinamicamente a experiência de uso [Oliveira *et al.* 2024]. Em jogos educacionais, essas capacidades tornam-se especialmente relevantes, pois possibilitam a criação de ambientes interativos que respondem às necessidades individuais dos alunos, potencializando o processo de aprendizagem.

Apesar desses avanços, observa-se na literatura uma lacuna importante no que se refere ao uso de técnicas de IA aplicadas em tempo de execução em jogos educacionais voltados a alunos com DI. Grande parte dos trabalhos existentes utiliza a IA apenas para análise posterior de dados ou emprega abordagens pouco integradas à mecânica do jogo [Kalomenkonkovas *et al.* 2025; Leal *et al.* 2022]. Além disso, são ainda limitados os estudos que realizam avaliações empíricas com usuários reais desse público, o que dificulta a validação prática das soluções propostas.

Diante desse cenário, este trabalho investiga o seguinte problema de pesquisa: como um jogo educacional fundamentado em técnicas de IA pode apoiar o ensino de datas comemorativas para alunos com deficiência intelectual, considerando suas necessidades de interação, engajamento e aprendizagem percebida. Assim, o objetivo deste artigo foi desenvolver e avaliar um jogo educacional baseado em IA, voltado ao ensino de datas comemorativas para alunos com DI, analisando sua aceitação, usabilidade, desafio, satisfação e aprendizagem percebida em um contexto real de aplicação.

O jogo é composto por três minijogos: Dominó, Jogo da Memória e Labirinto, nos quais o aluno interage com um agente inteligente denominado “robô”. Esse agente atua como oponente do jogador e tem seu comportamento controlado por diferentes técnicas de IA. Nos minijogos de Dominó e Labirinto, emprega-se o algoritmo de busca gulosa [Russel and Norvig 2021] para selecionar jogadas e trajetórias, respectivamente. No Jogo da Memória, utiliza-se uma rede neural artificial do tipo Perceptron de Múltiplas Camadas [Russel and Norvig 2021] para estimar a probabilidade de formação de pares. Dessa forma, a IA participa diretamente da dinâmica do jogo e das decisões realizadas durante sua execução.

Como principais contribuições deste trabalho, destacam-se: (i) o desenvolvimento de um jogo educacional inclusivo fundamentado em técnicas de IA aplicadas em tempo de execução; (ii) a integração de diferentes abordagens de IA em mecânicas de jogo distintas; (iii) a aplicação do jogo em um contexto real com alunos com DI; e (iv) a avaliação da experiência do usuário com base no modelo MEEGA+ [Petri *et al.*, 2019], contemplando aspectos como usabilidade, desafio, satisfação e aprendizagem percebida.

2. Inteligência Artificial em Jogos Educacionais

O uso de jogos digitais na educação especial tem sido investigado como estratégia para promover engajamento, motivação e desenvolvimento cognitivo de alunos com DI [Oliveira; Pedrosa and Torres 2022]. Nesse contexto, observa-se crescente interesse na integração de técnicas de IA em jogos educacionais, visando tornar a experiência mais

adaptativa e personalizada. De forma geral, as abordagens existentes podem ser organizadas em três categorias principais: (i) jogos sem uso de IA, (ii) jogos com IA em tempo de execução e (iii) jogos que utilizam IA para análise de dados obtidos em jogos educacionais.

Na primeira categoria, encontram-se jogos educacionais baseados em regras fixas e interações predefinidas, sem o uso de técnicas de IA [Kalomenkonkova *et al.* 2025; Leal *et al.* 2022]. Embora esses jogos possam promover engajamento e auxiliar na aprendizagem, sua capacidade de adaptação às necessidades individuais dos alunos é limitada, o que pode reduzir sua efetividade em contextos inclusivos, especialmente para alunos com DI.

A segunda categoria compreende jogos que utilizam técnicas de IA diretamente durante a execução, permitindo comportamento dinâmico e tomada de decisão em tempo real. Nesses casos, a IA é frequentemente empregada para controlar agentes virtuais, ajustar o nível de dificuldade ou reagir às ações do jogador. Trabalhos como o PegAgente [Teixeira *et al.* 2021] utilizam aprendizado por reforço, por meio do algoritmo Q-Learning, para modelar o comportamento de agentes em ambientes de jogo. De forma semelhante, o Dominó Monetário [Abreu Neto *et al.* 2022] utiliza algoritmos de busca heurística, como busca gulosa e A*, para tomada de decisão do agente em diferentes níveis de dificuldades. Resultados apresentados por Borges *et al.* (2022) e Salles *et al.* (2023) indicam que a presença de agentes inteligentes pode contribuir para o aumento do engajamento e da motivação dos usuários, especialmente quando o nível de desafio é adequadamente balanceado.

Na terceira categoria, encontram-se abordagens que utilizam técnicas de IA para análise de dados de interação em jogos educacionais, com o objetivo de identificar padrões de comportamento dos usuários e apoiar decisões pedagógicas. Um exemplo é o trabalho de Luz *et al.* (2026), que utiliza o algoritmo de agrupamento *K-Means* para analisar dados de interação de alunos com DI em um jogo educacional. A partir de atributos como tempo de execução, número de tentativas, erros e uso de dicas, os autores identificam diferentes perfis de comportamento dos jogadores. Embora essa abordagem forneça informações relevantes para o aprimoramento do jogo, sua aplicação ocorre de forma *offline*, não interferindo diretamente na experiência do usuário durante a execução.

Revisões recentes da literatura indicam que, apesar do crescimento no uso de jogos digitais na educação, ainda são limitados os trabalhos que integram técnicas de IA de forma efetiva em contextos de educação inclusiva. Oliveira, Pedrosa e Torres (2022) destacam que muitos sistemas voltados à educação especial utilizam abordagens estáticas, com pouca adaptação às necessidades individuais dos alunos, evidenciando a demanda por soluções mais dinâmicas e personalizadas.

Diante desse cenário, identifica-se uma lacuna na literatura quanto ao desenvolvimento de jogos educacionais que integrem múltiplas técnicas de IA diretamente na mecânica do jogo, com aplicação em tempo de execução e foco em alunos com DI. Em particular, são escassos os estudos que combinam diferentes abordagens de IA em um mesmo ambiente, ao mesmo tempo em que realizam avaliações empíricas com usuários reais desse público.

3. Metodologia de Desenvolvimento do Jogo

Esta seção descreve a metodologia adotada para o desenvolvimento do jogo, incluindo o contexto e público-alvo, o levantamento de requisitos, os princípios de design educacional, o processo de desenvolvimento e a integração das técnicas de IA às fases do jogo.

3.1 Contexto e Público-Alvo

O jogo foi desenvolvido para alunos com DI leve e moderada, atendidos por uma instituição especializada na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná. Os participantes possuem faixa etária aproximada entre 17 e 65 anos. Essa ampla faixa etária reflete o perfil da instituição, que atende jovens e adultos com DI em diferentes níveis de desenvolvimento.

De acordo com a equipe pedagógica da instituição, os alunos apresentam dificuldades relacionadas à memória, atenção e abstração, além de limitações na generalização de conceitos e, em alguns casos, dificuldades motoras que impactam a interação com dispositivos digitais. Tais características influenciam diretamente o processo de aprendizagem, especialmente em conteúdos que envolvem associação de informações, como datas comemorativas.

3.2 Levantamento de Requisitos

O levantamento de requisitos foi realizado em parceria com professores e profissionais da instituição, mediante conversas informais e observação das atividades em sala de aula. Durante esse processo, os profissionais da instituição relataram a falta de recursos digitais e jogos educacionais específicos para apoiar o ensino de datas comemorativas a alunos com DI. A partir dessa demanda, definiu-se que o jogo deveria abordar datas presentes no calendário escolar, utilizando símbolos familiares aos alunos e mecânicas simples de interação.

Com base no levantamento realizado com os profissionais da instituição, foram definidos requisitos relacionados à simplificação da interface, uso de elementos visuais familiares, progressão gradual do conteúdo, *feedback* imediato e redução da carga cognitiva. Esses requisitos foram definidos considerando as características do público-alvo e as limitações observadas no contexto educacional.

3.3 Princípios de Game Design Educacional

O desenvolvimento do jogo foi orientado por princípios de aprendizagem baseada em jogos (*Game-Based Learning*), considerando aspectos cognitivos, emocionais e motivacionais dos alunos [Plass *et al.* 2015]. Além disso, foram considerados princípios da teoria da carga cognitiva, com o objetivo de reduzir a complexidade das interfaces e facilitar a compreensão das tarefas propostas [Mayer 2020].

Dessa forma, priorizou-se o uso de mecânicas familiares, *feedback* imediato, simplificação das interfaces e organização progressiva do conteúdo. Essas decisões foram tomadas considerando as características do público-alvo, buscando equilibrar desafio e acessibilidade.

3.4 Processo de Desenvolvimento do Jogo

O desenvolvimento do jogo seguiu uma abordagem iterativa, envolvendo etapas de concepção, implementação e refinamento. Inicialmente, foram definidas as datas comemorativas a serem abordadas (Páscoa, Festa Junina e Natal), considerando sua relevância no contexto escolar e familiar dos alunos.

Em seguida, foram escolhidos os minijogos associados a cada data, priorizando mecânicas já conhecidas pelos alunos, com o objetivo de reduzir a curva de aprendizado. Os minijogos escolhidos foram: dominó, labirinto e jogo da memória. As técnicas de IA foram então integradas às fases do jogo, sendo realizados testes para garantir comportamento adequado do agente inteligente.

Ao longo do desenvolvimento, ajustes foram realizados com base em discussões com a equipe pedagógica da instituição, visando melhorar a acessibilidade e a adequação do jogo ao público-alvo. A versão final do jogo foi utilizada na etapa de avaliação com os alunos, permitindo a coleta de dados sobre a experiência de uso.

3.5 Integração de Técnicas de Inteligência Artificial

As técnicas de IA utilizadas no jogo foram selecionadas de acordo com as características de cada minijogo, buscando proporcionar comportamento dinâmico do agente virtual e manter o equilíbrio entre desafio e acessibilidade.

A busca gulosa [Russel and Norvig 2021] foi utilizada nas fases de Dominó e Labirinto por permitir tomada de decisão eficiente em espaços de busca reduzidos, oferecendo respostas rápidas e comportamento previsível. Essa previsibilidade é importante para o público-alvo, pois reduz a frustração e facilita a compreensão das ações do agente. A rede neural artificial do tipo Perceptron de Múltiplas Camadas (MLP) [Russel and Norvig 2021] foi aplicada na fase do Jogo da Memória, na qual há maior incerteza nas jogadas. Nesse contexto, o uso da rede neural permite ao agente estimar probabilidades de acerto com base em padrões previamente aprendidos, resultando em um comportamento mais adaptativo sem tornar o jogo excessivamente difícil.

A escolha dessas técnicas considerou não apenas aspectos computacionais, mas também sua adequação ao perfil dos alunos com DI, evitando comportamentos imprevisíveis ou altamente complexos que poderiam vir a causar frustração.

4. Jogo das Datas Comemorativas

O jogo foi desenvolvido para plataforma *desktop* usando a linguagem Python e a biblioteca Pygame para a construção das interfaces [Pygame 2026]. A estrutura do jogo é composta por três fases, cada uma associada a uma data comemorativa e implementada por meio de um minijogo distinto: Dominó (Páscoa), Jogo da Memória (Festa Junina) e Labirinto (Natal) (Figura 1). O jogo inicia com uma tela de apresentação e seleção das fases. A progressão ocorre de forma sequencial, sendo necessário concluir uma fase para desbloquear a seguinte, o que contribui para o senso de progressão e motivação do jogador.

Cada fase incorpora uma técnica de IA responsável por controlar o comportamento do agente inteligente virtual, denominado “robô”, que atua como oponente do jogador. Essas técnicas foram selecionadas de acordo com as características de cada minijogo, buscando equilibrar desempenho, previsibilidade e nível de desafio.



Figura 1. Interface de Seleção de Fases

4.1 Fase 1 - Dominó

A primeira fase do jogo é baseada no dominó tradicional, adaptado para o contexto da data comemorativa da Páscoa (Figura 2). As peças do jogo são compostas por combinações de símbolos relacionados à temática, como coelho, ovos de chocolate e cesta, escolhidos por serem elementos familiares aos alunos.

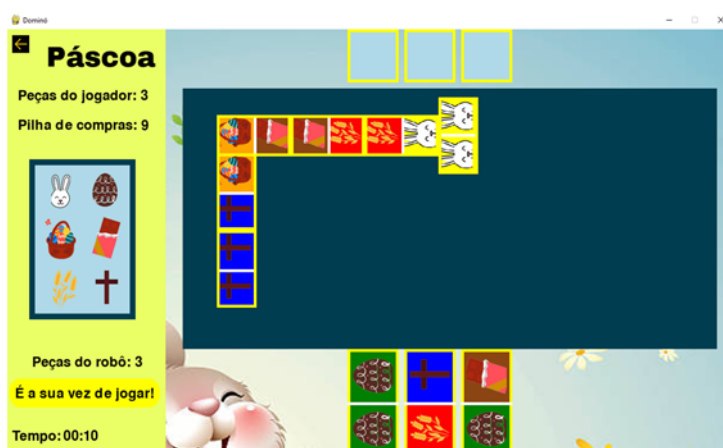


Figura 2. Interface da fase do dominó

O agente inteligente desta fase utiliza um algoritmo de busca gulosa [Russel and Norvig 2021] para selecionar suas jogadas. A cada turno, são avaliadas todas as jogadas possíveis com base nas peças disponíveis na mão do agente e nas extremidades do tabuleiro. A função heurística do algoritmo considera a frequência dos símbolos presentes nas peças do agente, priorizando aquelas que aumentam a probabilidade de jogadas futuras válidas.

A escolha da busca gulosa se deve à necessidade de tomada de decisão eficiente em um espaço de busca reduzido, permitindo respostas rápidas e comportamento previsível para o jogador, o que é importante para evitar frustração e manter o equilíbrio do jogo. Também foram realizados testes com o algoritmo A* [Russel and Norvig 2021], porém o comportamento ótimo do agente tornava o jogo excessivamente difícil para o público-alvo. Dessa forma, optou-se pela busca gulosa, por apresentar comportamento mais simples e previsível.

4.2 Fase 2 - Jogo da Memória

A segunda fase corresponde ao jogo da memória, com temática da Festa Junina. O tabuleiro ilustrado na Figura 3, é composto por pares de cartas ilustradas com símbolos típicos da temática, como fogueira, bandeirinhas e comidas tradicionais.



Figura 3. Interface da fase do jogo da memória

Nesta fase, o comportamento do agente é controlado por uma rede neural artificial do tipo Perceptron de Múltiplas Camadas (MLP) [Faceli *et. al.* 2021]. O modelo é previamente treinado a partir de um conjunto de dados contendo possíveis combinações de jogadas e seus resultados esperados. Estes dados são divididos em conjuntos de treinamento e teste. Esta rede contém duas camadas ocultas, com 50 e 100 neurônios, respectivamente, e utiliza a função sigmóide como a função de ativação. Durante o treinamento, a rede neural ajusta dinamicamente os pesos de suas camadas, com base no resultado obtido da jogada. Após o treinamento da rede, tem-se um conjunto de pesos, que será utilizado pelo robô para selecionar a jogada com a maior probabilidade de ser um par correspondente.

Durante a execução do jogo, a primeira carta na jogada do robô é selecionada aleatoriamente, enquanto a segunda carta é escolhida com base na melhor saída da rede neural, que estima a probabilidade de formação de um par. O agente utiliza uma rede neural MLP previamente treinada para estimar a probabilidade de formação de pares durante a execução do jogo.

4.3 Fase 3 - Jogo do Labirinto

A Figura 4 ilustra a terceira fase do jogo que consiste em um ambiente de labirinto com temática natalina. O objetivo do jogador é coletar itens distribuídos no cenário, competindo com o agente robô para obter a maior quantidade possível de objetos.

O agente utiliza um algoritmo de busca gulosa [Russel and Norvig 2021] para navegação no ambiente, considerando como heurística a distância entre sua posição atual e os itens disponíveis no labirinto. A cada iteração, o agente identifica o item mais próximo e seleciona a direção que minimiza a distância até esse objetivo. Após a coleta de um item, o processo é repetido, permitindo comportamento dinâmico durante a partida. Essa abordagem possibilita ao agente tomar decisões em tempo de execução, reagindo às mudanças no ambiente e às ações do jogador, o que contribui para a criação de um desafio contínuo.

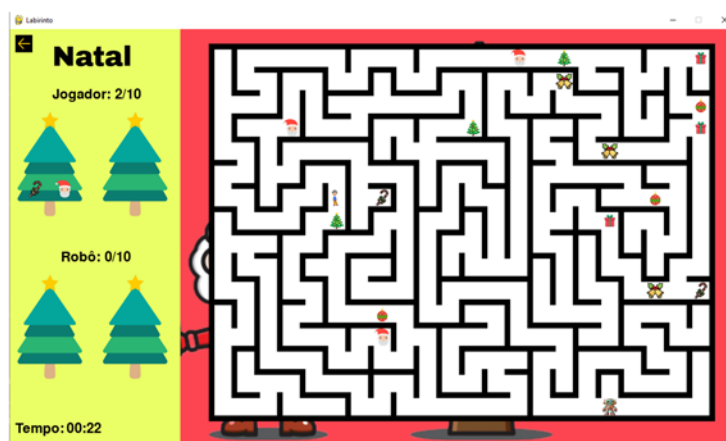


Figura 4. Interface da fase do labirinto

5. Avaliação do Jogo por alunos com DI

A avaliação do Jogo das Datas Comemorativas teve como objetivo analisar a experiência do usuário e o potencial educacional da aplicação no contexto de alunos com DI. Para isso, foi utilizado como referência o modelo MEEGA+ [Petri *et al.*, 2020], empregado na avaliação de jogos educacionais.

A escolha do modelo ocorreu após a análise de diferentes abordagens de avaliação de jogos educacionais, sendo selecionado por abranger múltiplas dimensões relevantes para a experiência do usuário, como usabilidade, desafio, satisfação e aprendizagem percebida, além de disponibilizar um instrumento estruturado de coleta de dados já validado na literatura. Considerando as características do público-alvo, o instrumento foi adaptado com simplificação da linguagem e reformulação das afirmações em formato de perguntas, visando facilitar a compreensão pelos participantes.

O modelo MEEGA+ original possui 35 itens de avaliação. No entanto, considerando as características do público-alvo, optou-se pela redução do número de questões, com o objetivo de evitar fadiga e garantir maior compreensão por parte dos participantes com DI. Dessa forma, foi selecionado um subconjunto de 17 perguntas (Tabela 1), buscando manter a representatividade das principais dimensões do modelo, como usabilidade, desafio, confiança, satisfação, interação social, diversão, atenção focada, relevância e aprendizagem percebida. A seleção dos itens priorizou aqueles de mais fácil compreensão e maior aderência ao contexto do jogo. O instrumento utilizou três opções de resposta: “sim”, “mais ou menos” e “não”.

Participaram da avaliação 22 alunos, divididos em cinco turmas. A aplicação da avaliação foi realizada em ambiente escolar, durante o período regular de atividades da instituição, com acompanhamento de professores e profissionais especializados no atendimento a alunos com DI.

Inicialmente, foi realizada uma explicação sobre o funcionamento do jogo, incluindo seus objetivos, regras e formas de interação. Essa etapa foi conduzida com linguagem acessível e apoio dos professores, com o objetivo de garantir que todos os participantes compreendessem as mecânicas do jogo antes do início da atividade. Na sequência, os participantes interagiram com o jogo, explorando suas três fases de forma individual. Durante essa etapa, foi permitido que os alunos jogassem em seu próprio

ritmo, sendo oferecido suporte quando necessário para compreensão das regras e uso dos dispositivos.

Tabela 1. Perguntas de avaliação do Jogo das Datas Comemorativas

Nº	Pergunta	Dimensão
1	Gostei das interfaces do jogo?	Usabilidade
2	Quando vi a interface do Dominó pela primeira vez, tive a impressão de que conseguiria jogá-la?	Confiança
3	Quando vi a interface do Jogo da Memória pela primeira vez, tive a impressão de que conseguiria jogá-la?	
4	Quando vi a interface do Labirinto pela primeira vez, tive a impressão de que conseguiria jogá-la?	
5	Senti-me desafiado, no Dominó, a jogar contra o robô?	Desafio
6	Senti-me desafiado, no Jogo da Memória, a jogar contra o robô?	
7	Senti-me desafiado, no Labirinto, a jogar contra o robô?	
8	Qual das três fases foi mais desafiadora?	
9	Fiquei contente em aprender mais sobre as datas comemorativas: Páscoa, Festa Junina e Natal?	Satisfação
10	Fiquei contente em ganhar do robô e passar para a próxima fase do jogo?	Satisfação
11	Eu gostei de competir contra o robô?	Interação social
12	Eu me diverti com o jogo?	Diversão
13	Qual foi o jogo que você mais se divertiu?	Diversão
14	Eu fiquei atento às narrações de cada jogo?	Atenção focada
15	O conteúdo do jogo (aprender sobre cada data comemorativa) é importante?	Relevância
16	Consegui aprender em qual dia ou período se comemora a Páscoa, Festa Junina e Natal?	Aprendizagem percebida
17	O jogo me ajudou a aprender quais são os símbolos tradicionais de cada data comemorativa?	

Em seguida, o instrumento de avaliação foi aplicado com mediação dos professores, que auxiliaram na leitura e interpretação das questões, quando necessário. Essa mediação foi adotada com o objetivo de garantir a compreensão das perguntas e a fidedignidade das respostas, considerando as características cognitivas do público-alvo.

A aplicação do jogo ocorreu no contexto das atividades educacionais da instituição parceira, mediante autorização institucional e acompanhamento dos professores e profissionais responsáveis. A realização do estudo foi possível em razão do acordo de cooperação estabelecido entre a universidade e a instituição, que prevê o desenvolvimento e a avaliação de recursos educacionais destinados ao público atendido. Entretanto, o estudo não foi previamente submetido à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa, caracterizando uma limitação desta investigação. Destaca-se que foram adotadas medidas para garantir a confidencialidade dos participantes, não sendo coletadas nem divulgadas informações que possibilitassem sua identificação.

5.1 Resultados

Para a análise dos dados, as respostas dos participantes foram organizadas de acordo com as dimensões do modelo MEEGA+, considerando a distribuição das respostas dos participantes (“sim”, “mais ou menos” e “não”), para cada item avaliado. Para dimensões compostas por mais de um item, como Diversão e Aprendizagem Percebida,

foi calculada a média das respostas, considerando a proporção de respostas em cada questão. A Tabela 2 apresenta um resumo dos resultados obtidos por dimensão.

De forma geral, observa-se predominância de respostas positivas (“sim”) na maioria das dimensões avaliadas, com destaque para usabilidade e relevância, que apresentaram os maiores índices de aceitação. Esses resultados indicam que o jogo foi bem recebido pelos participantes, tanto em termos de interação quanto de adequação do conteúdo.

Tabela 2. Resultados de cada dimensão

Dimensão	Sim (%)	Mais ou menos (%)	Não (%)
Usabilidade	95,5	4,5	0
Confiança	90,9	9,1	0
Desafio (Dominó)	95,5	0	4,5
Desafio (Memória)	90,9	9,1	0
Desafio (Labirinto)	77,3	18,2	4,5
Interação Social	86,4	4,5	9,1
Diversão (<i>média</i>)	86,4	13,6	0
Atenção Focada	86,4	13,6	0
Relevância	100	0	0
Aprendizagem Percebida (<i>média</i>)	86,4	13,6	0

Usabilidade: Os resultados indicam alta aceitação da interface do jogo, com 95,5% dos participantes respondendo “sim” para o item relacionado à usabilidade. Esse resultado sugere que as decisões de *design* adotadas, como simplificação das telas e uso de elementos visuais familiares, foram adequadas ao público-alvo. Considerando as características de alunos com DI, esse aspecto é relevante, uma vez que interfaces complexas podem dificultar a interação e comprometer a autonomia do usuário.

Confiança: Em relação à confiança, 90,9% dos participantes indicaram sentir-se capazes de jogar as fases desde o primeiro contato, com destaque para o jogo da memória. Esse resultado pode estar associado à familiaridade prévia dos alunos com esse tipo de mecânica, reforçando a importância do uso de padrões conhecidos no desenvolvimento de jogos para esse público.

Desafio: A dimensão desafio apresentou variações entre as fases do jogo. O Dominó foi percebido como mais desafiador, com 95,5% das respostas positivas, indicando que a mecânica proposta conseguiu manter um nível de desafio adequado para a maioria dos participantes. A fase do Jogo da Memória também apresentou alta aceitação em termos de desafio (90,9%), enquanto o Labirinto apresentou maior dispersão nas respostas, com presença de respostas intermediárias e negativas. Esse comportamento pode ser explicado pela natureza da atividade, que exige maior coordenação motora e navegação espacial. Para alunos com DI, esses fatores podem influenciar diretamente a percepção de dificuldade. Apesar disso, os dados indicam que o nível de desafio não comprometeu o engajamento.

Satisfação: Os resultados mostram altos níveis de satisfação, com aproximadamente 95% dos alunos relatando que gostaram de aprender sobre as datas comemorativas por meio do jogo. Além disso, a maioria indicou ter apreciado competir contra o agente, o que evidencia o papel da IA na promoção da interação e da motivação.

Interação social: Observa-se que 86,4% dos alunos relataram sentir-se motivados a jogar contra o agente virtual, evidenciando que a presença de um agente, controlado por IA, contribuiu para tornar a experiência mais envolvente.

Diversão: Os resultados indicam altos níveis de diversão, com média de 86,4% de respostas positivas, sugerindo que o jogo foi percebido como uma atividade agradável pelos participantes. Para complementar essa análise, os participantes foram questionados sobre qual jogo consideraram mais divertido. O jogo do Labirinto foi o mais escolhido (45,5%), seguido pelo Dominó (36,4%) e pelo Jogo da Memória (18,2%). Esse resultado sugere que mecânicas mais dinâmicas e interativas, como as presentes na fase do Labirinto, tendem a promover maior engajamento entre os alunos. Por outro lado, o menor índice observado no jogo da Memória pode estar relacionado à natureza mais repetitiva da atividade. Esses resultados reforçam a importância do equilíbrio entre interatividade e desafio.

Atenção Focada: A dimensão atenção focada apresentou 86,4% de respostas positivas, indicando que a maioria dos participantes manteve atenção durante a interação com o jogo. Esse resultado pode estar associado ao uso combinado de elementos visuais e interativos, que contribuem para manter o interesse dos alunos.

Relevância: Todos os participantes consideraram o conteúdo relevante, indicando que a temática abordada é adequada ao contexto educacional e contribui para o aprendizado significativo.

Aprendizagem percebida: Os resultados relacionados à aprendizagem percebida indicam predominância de respostas positivas (86,4%), sugerindo que os participantes relataram compreender melhor os conteúdos apresentados, especialmente no reconhecimento de símbolos associados às datas comemorativas. Embora esses resultados sejam baseados em percepção dos usuários, eles sugerem evidências iniciais de que o jogo contribui para o processo de aprendizagem, especialmente no reconhecimento de elementos visuais e conceitos básicos relacionados às datas comemorativas.

5.2 Discussão

Os resultados indicam que o uso de técnicas de IA integradas à mecânica do jogo contribuiu para a criação de uma experiência interativa e engajadora para alunos com DI. Em particular, a presença de agentes inteligentes atuando como oponentes mostrou-se eficaz para estimular o desafio e a motivação, sem comprometer a usabilidade ou a compreensão das regras.

Observa-se que diferentes tipos de interação impactam diretamente a experiência do usuário. A fase do Labirinto, que exige maior coordenação motora e interação contínua, foi percebida simultaneamente como mais desafiadora e mais divertida, indicando que desafios mais dinâmicos podem aumentar o engajamento quando adequadamente balanceados.

Além disso, os resultados sugerem que a utilização de elementos visuais familiares e mecânicas conhecidas contribui para reduzir a barreira inicial de uso, favorecendo a confiança e a autonomia dos alunos. Esse aspecto é particularmente relevante no contexto da educação inclusiva.

Apesar dos resultados promissores, este estudo apresenta algumas limitações. O número de participantes é relativamente reduzido e restrito a uma única instituição, o que limita a generalização dos resultados. Além disso, a avaliação baseia-se majoritariamente em percepção dos usuários, não sendo realizadas medidas objetivas de aprendizagem ou comparações com métodos tradicionais ou versões do jogo sem IA.

Esses resultados estão alinhados com estudos da literatura que apontam o potencial de jogos educacionais para promover engajamento e aprendizagem em contextos inclusivos, especialmente quando associados a elementos interativos e adaptativos [Oliveira; Pedrosa; Torres, 2022]. No entanto, diferentemente de abordagens tradicionais, este trabalho evidencia a aplicação de técnicas de IA diretamente na mecânica do jogo, contribuindo para uma experiência mais dinâmica e personalizada.

5. Conclusão

Este artigo apresentou o desenvolvimento e a avaliação de um jogo educacional voltado ao ensino de datas comemorativas para alunos com DI, integrando técnicas de IA diretamente na mecânica do jogo. A proposta foi estruturada em três fases, cada uma associada a um minijogo e a uma abordagem de IA distinta, permitindo a criação de uma experiência interativa e dinâmica.

Os resultados da avaliação, conduzida com alunos com DI em um contexto real de aplicação, indicam altos níveis de aceitação em termos de usabilidade, satisfação e diversão, além de evidências positivas de engajamento dos usuários. Observou-se que a presença de agentes inteligentes atuando como oponentes contribuiu para tornar a experiência mais desafiadora e motivadora, sem comprometer a compreensão das regras ou a interação com o sistema.

Do ponto de vista educacional, os dados de aprendizagem percebida sugerem que o jogo pode apoiar o processo de assimilação de conteúdos relacionados às datas comemorativas, especialmente no reconhecimento de símbolos e associações básicas. Embora esses resultados não permitam afirmar ganhos de aprendizagem de forma conclusiva, eles indicam o potencial do uso de jogos educacionais com IA como ferramenta de apoio ao ensino inclusivo.

Como principal contribuição, destaca-se a integração de múltiplas técnicas de IA em tempo de execução em um ambiente educacional inclusivo, aliada à avaliação com usuários reais com DI. Diferentemente de abordagens que utilizam IA apenas para controle de agentes ou análise posterior de dados, este trabalho demonstra a viabilidade de incorporar essas técnicas diretamente na dinâmica do jogo, promovendo uma experiência mais interativa e envolvente. Os resultados obtidos posicionam a proposta como uma solução promissora para o desenvolvimento de jogos educacionais inclusivos fundamentados em IA contribuindo para o avanço de tecnologias educacionais voltadas à educação especial.

6. Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

7. Referências

- Abreu Neto, H. V. de; Boldrin, H. F.; Oliveira, L. E.; Torrens, I. C.; Borges, H. B.; Matos, S. N. (2022) “Dominó Monetário: Um Jogo de Educação Financeira”. In: Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGAMES), 21., 2022, Natal/RN. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, p. 979-988.
- Almeida, F.S.; de Oliveira, P.B.; dos Reis, D. A. (2019). A importância dos jogos didáticos no processo de ensino aprendizagem: Revisão integrativa. In *Research Society and Development*, v. 10, n. 4, p. 1-9.
- Borges, H. B.; Matos, S. N.; Pereira, R. A.; Bollini, L. R.; Galvão, G.; Torrens, I. C. “Avaliação de jogo educacional para pessoas com deficiência intelectual: um estudo de caso com o PegAgente”. In Anais Estendidos do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, novembro 16, 2022, Manaus, Brasil. SBC, Porto Alegre, Brasil, p. 1-5.
- Faceli, K.; Lorena, A. C.; Gama, J.; Carvalho, A. C. P. L. F. (2021) Inteligência Artificial: Uma Abordagem de Aprendizado de Máquina, 2th edition.
- Kalomenconkovas, I. F. M.; Matos, S. N.; Torrens, I. C.; Borges, H. B. (2025) “Serious Game for Socioemotional Assessment Suitable for Children”. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames), Salvador.
- Leal, A. S.; Pereira, R. A.; Matos, S. N.; Borges, H. B.; Torrens, I. C. (2022) “AliCharlie: Um Jogo Sério para Avaliar a Aprendizagem de Alunos com Deficiência Intelectual no uso de Periféricos”. In: Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames), Natal.
- Luz, V. S. G.; Gueiber, E.; Pereira, R. A.; Torrens, I. C.; Matos, S. N.; Borges, H. B.; Santos Junior, G.; Lopes, R. P. (2026). “Evaluation of interactions of players with intellectual disability through the clustering algorithm: A case study using science learning”. In: Anais da 18th International Conference on Computer Supported Education, v. 2, p. 1616–1623.
- Mayer, R. E. (2020). Cognitive foundations of game-based learning. In: Plass, J. L.; Mayer, R. E.; Homer, B. D. (Eds.). *Handbook of game-based learning*. Cambridge: MIT Press, p. 83–110.
- Moratori, P. (2003). Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino e aprendizagem? Trabalho de conclusão. Núcleo de computação eletrônica – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Oliveira, J. V. R.; Pedrosa, I. M.; Torres, J. P. (2022). Tendências em Jogos Digitais sobre Educação Especial: Uma Revisão da Literatura Internacional. In *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, v. 15, n. 1, p. 83-97.
- Oliveira, R. F. F. de; Lins, F. A. A.; Correia Neto, J. da S. (2024) Avaliação De Usabilidade De Jogos Educacionais Para Pessoas Com a Síndrome De Williams-Beuren. In *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 32, p. 181-212.
- Petri, G.; Wangenheim, C. G. Vonl; Borgatto, A. F. (2019). MEEGA+: Um Modelo para a Avaliação de Jogos Educacionais para o Ensino de Computação. In *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v.27, n.3, p.52-81.

- Plass, J. L., Homer, B. D., and Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. In *Educational Psychologist*, v. 50, n. 4, p. 258–283.
- Pygame (2026). Disponível em: <<https://pypi.org/project/pygame/>>. Acesso em: 13/07/2026.
- Russell, S.; Norvig, P. (2021), *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Pearson Education Limited, 4th edition.
- Salles, G. D.; Bini, T. A.; Matos, S. N.; Borges, H. B. (2023). “Ensino da Educação Financeira para Pessoas com Deficiência Intelectual usando o Jogo Dominó Monetário”. In *Anais Estendidos do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, novembro 2023, Passo Fundo, Brasil. SBC, Porto Alegre, Brasil, p. 1030-1039.
- Savi, R.; Ubricht, V. R. (2008). Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. In *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 6, n. 1.
- Souza, E. D. (2018). “Um relato de experiência do uso de jogos educativos com um aluno com deficiência intelectual”. In *Anais Estendidos do VII Congresso Internacional de Educação e Tecnologias; Encontro de Pesquisadores de Educação à Distância*, São Carlos, Brasil, UFSCAR.
- Teixeira, T. Da S.; Borges, H. B.; Matos, S. N.; Luz, V. S. G.; Ribeiro, T. L. S. (2021) *PegAgente: Modelagem de Agentes por Aprendizado de Reforço em Jogos Educacionais*. In *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 225–234.