

# Ensinando Ética em IA com um Jogo de Cartas para Estudantes do Ensino Fundamental e Médio de um Contexto de Vulnerabilidade Social

Ramon Mayor Martins<sup>1</sup>, Deise Monquelate Arndt<sup>1,2</sup>, Christiane G. von Wangenheim<sup>2</sup>, Lai von Wangenheim<sup>2</sup>, Marcelo F. Rauber<sup>3</sup>, Jean C. R. Hauck<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Telecomunicações – Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)  
88.130-310 – São José – SC – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Informática e Estatística – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Florianópolis, SC, Brasil.

<sup>3</sup>Instituto Federal Catarinense  
Camboriú, SC, Brasil.

{deise.arndt, ramon.mayor}@ifsc.edu.br, {c.wangenheim, jean.hauck@ufsc.br}, {laivonw, magcid@gmail.com}

**Abstract.** *Teaching AI ethics in basic education is essential for fostering critical awareness of its social impacts. This paper evaluates the Dilemma IA educational card game, adapted to teach AI ethics to low-income Brazilian students. Implemented in an extracurricular AI course with 49 students, the game received positive feedback on enjoyment, social interaction, and usability. Learning outcomes were moderate (average 6.1/10), but the game effectively promoted discussions on AI ethics. The study identified opportunities for improvement, particularly in maintaining student engagement and strengthening their understanding of AI-related risks.*

**Resumo.** *O ensino de ética em IA na educação básica é fundamental para desenvolver consciência crítica sobre seus impactos sociais. Este artigo avalia o jogo de cartas educacional Dilema IA, adaptado para ensinar ética em IA a estudantes brasileiros de baixa renda. Aplicado em um curso extracurricular com 49 alunos, o jogo foi bem avaliado em diversão, interação social e usabilidade. Os resultados de aprendizagem foram moderados (média 6,1/10), mas o jogo estimulou discussões sobre ética em IA. O estudo identificou oportunidades de melhoria, como estratégias para manter o engajamento e reforçar a compreensão sobre os danos da IA.*

## 1. Introdução

O ensino de ética em Inteligência Artificial (IA) para estudantes da educação básica é fundamental para desenvolver a consciência crítica sobre os impactos sociais dos sistemas de IA (UNESCO, 2022). Com a rápida expansão da IA em diversos setores e sua crescente presença no cotidiano, torna-se imperativo popularizar a alfabetização em IA já na escola, preparando os jovens estudantes para enfrentar os desafios éticos associados às aplicações de IA (Touretzky et al., 2019; Akgun & Greenhow, 2022).

Uma educação abrangente em IA deve não apenas ensinar conceitos e práticas, mas também promover conhecimento e reflexão crítica sobre valores, princípios e técnicas que orientam a conduta moral e enfatizam as obrigações necessárias no

desenvolvimento e uso de tecnologias de IA para produzir aplicações justas e seguras (Leslie, 2019; Zhang et al., 2023). Isso é importante pois membros do público em geral frequentemente desconhecem os riscos relacionados aos sistemas de IA, como em saúde ou transporte, que podem ser fatais se não desenvolvidos com segurança (Leslie, 2019). Além disso, sistemas de IA podem violar a privacidade ou conter vieses prejudiciais e discriminação contra grupos demográficos específicos (The White House, 2023).

Para atender a essa necessidade educacional, diversas iniciativas vêm sendo propostas para ensinar ética em IA na educação básica (Touretzky et al., 2023; Zhang et al., 2023). Uma abordagem alternativa é a aprendizagem baseada em jogos, que pode aprimorar a aquisição de conhecimentos e habilidades, bem como a motivação e o engajamento. Neste contexto, o jogo de cartas "AI Audit" foi desenvolvido por Ali et al. (2023) para estimular estudantes a discutirem as implicações éticas das tecnologias de IA. Considerando os resultados positivos dos testes iniciais, o jogo foi revisado e adaptado para o contexto das escolas brasileiras, criando uma nova versão denominada "Dilema IA".

Este artigo apresenta a adaptação e avaliação do jogo "Dilema IA", projetado para ensinar ética em IA para estudantes brasileiros do ensino fundamental e médio de baixa renda. O jogo foi aplicado como parte de um curso extracurricular de IA com 49 alunos. Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para uma compreensão mais ampla dos efeitos do uso de tal jogo para ensinar ética em IA, bem como para orientar o desenvolvimento de jogos similares visando contribuir para a popularização da ética em IA entre jovens estudantes.

## 2. Metodologia

Esta pesquisa orienta-se com o objetivo de adaptar, aplicar e avaliar uma nova versão do jogo de cartas "AI Audit" (Ali et al., 2023) para ensinar preocupações éticas relacionadas à IA no ensino fundamental e médio no Brasil.

**Adaptação do jogo.** Seguindo a abordagem de design instrucional ADDIE (Branch, 2009), o jogo "AI Audit" foi autorizado pelos autores originais, revisado e adaptado para o contexto dos estudantes brasileiros, criando uma nova versão denominada "Dilema IA". Inicialmente, analisamos os perfis dos estudantes e o contexto, revisando o objetivo instrucional. Com base nesta análise, revisamos o conteúdo do jogo, traduzindo as cartas para português brasileiro e aprimorando o design para aumentar a acessibilidade.

**Definição do Estudo.** Para analisar se o jogo permite atingir os objetivos de aprendizagem e se proporciona uma boa experiência ao jogador e usabilidade, realizamos um estudo de caso utilizando um design de pesquisa *one-shot post-test* (Yin, 2017). A medição baseou-se no modelo MEEGA+ (Petri et al., 2018), que avalia jogos educacionais em termos de experiência do jogador/aprendizagem e usabilidade.

**Coleta de dados.** A coleta de dados foi operacionalizada através do questionário pós-jogo MEEGA+Kids em português brasileiro (Gresse von Wangenheim et al., 2020b) (Tabela 1). O formato de resposta utiliza uma escala Likert de 5 pontos. Também foi incluído a questão descritiva "O que você aprendeu jogando o jogo?" e um breve

pós-teste com questões de múltipla escolha alinhadas aos objetivos de aprendizagem (Tabela 2).

**Tabela 1. Decomposição do modelo MEEGA+KIDS e itens do questionário**

Decomposição do modelo MEEGA+		MEEGA+KIDS questionário
Fator de qualidade	Dimensão	Versão Português Brasileiro
Usabilidade	Estética	O design do jogo é atraente (tabuleiro, cartas, etc.). Os textos, cores e fontes do material do jogo combinam.
	Capacidade de aprendizado	Aprender a jogar este jogo foi fácil para mim.
	Operabilidade	Eu considero que o jogo é fácil de jogar. As regras do jogo são claras e compreensíveis.
	Acessibilidade	O tamanho e estilo de letras utilizadas no jogo são legíveis. As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.
Experiência de Jogador	Confiança	A organização do conteúdo me ajudou a estar confiante de que eu iria aprender com este jogo.
	Desafio	Este jogo é desafiador suficiente para mim. O jogo oferece novos desafios (novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado. O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou com tarefas chatas).
	Satisfação	Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de satisfação. É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo. Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo. Eu recomendaria este jogo para meus colegas.
	Interação Social	Eu pude interagir com outras pessoas durante o jogo. O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre os jogadores. Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.
	Diversão	Eu me diverti com o jogo. Aconteceu alguma situação durante o jogo que me fez sorrir.
	Atenção concentrada	Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção. Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo.
	Relevância	O conteúdo do jogo me interessa. É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com o curso. Eu aprendi o conteúdo do curso com este jogo. Eu prefiro aprender com este jogo do que de outra forma (p.ex. aula no quadro pelo professor).
	Aprendizagem	Pergunta aberta "O que você aprendeu jogando esse jogo?" Pergunta de múltipla escolha 1: Os danos que podem ser causados por sistemas de IA incluem (marque todas as opções aplicáveis): Respostas possíveis: Fake News; Aprofundamento de desigualdades; Violão de propriedade intelectual; Discriminação de pessoas Pergunta de múltipla escolha 2: Alguns sistemas de IA podem causar danos que levem à morte de pessoas?" Possíveis respostas: Sim/Não Pergunta de múltipla escolha 3: Quais são as boas estratégias de IA? (Marque todas as opções aplicáveis)" Possíveis respostas: Respeitar os direitos de privacidade e proteção de dados.; Tornar a tecnologia de IA e o uso de dados transparentes.; Deixar o sistema de IA controlar o humano.; Lançar somente sistemas que atingem o desempenho mínimo esperado.

**Tabela 2. Pontuação do pós-teste sobre ética e riscos da IA**

Scores for selected items in each question					
	Questões	Itens	Esquema de marcação correta	Pontuação de acordo com o esquema	Total de pontos
Questão 1	Os danos que podem ser causados por sistemas de IA incluem (marque todas as opções aplicáveis):	Notícias falsas	<input checked="" type="checkbox"/>	2.5	10
		Aumento das desigualdades	<input checked="" type="checkbox"/>	2.5	
		Violão da propriedade intelectual	<input checked="" type="checkbox"/>	2.5	
		Discriminação contra pessoas	<input checked="" type="checkbox"/>	2.5	
Questão 2	Alguns sistemas de IA podem causar danos que levem à morte de pessoas?"	Sim	<input checked="" type="checkbox"/>	10	10
		Não	<input type="checkbox"/>	0	
Questão 3	Quais são as boas estratégias de IA? (Marque todas as opções aplicáveis)"	Respeitar os direitos de privacidade e proteção de dados	<input checked="" type="checkbox"/>	2.5	10
		Tornar a tecnologia de IA e o uso de dados transparentes;	<input checked="" type="checkbox"/>	2.5	
		Lançar somente sistemas que atingem o desempenho mínimo esperado.	<input checked="" type="checkbox"/>	2.5	
		Permitir que o sistema de IA controle o ser humano;	<input type="checkbox"/>	2.5	
Pontuação média					

**Execução do Estudo.** O estudo foi realizado como parte de um curso extracurricular sobre conceitos básicos de IA. O jogo foi aplicado na aula sobre ética em IA e avaliado, coletando dados conforme definido após a sessão do jogo.

**Análise e Interpretação.** Os dados coletados foram documentados em uma planilha Google e analisados em relação às questões de pesquisa usando estatística descritiva (mediana, frequência absoluta e porcentagem) utilizando Linguagem R. Os resultados foram interpretados e discutidos.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina (No. 5.610.912).

### **3. O Jogo "Dilema IA"**

O jogo "Dilema IA", adaptação brasileira do jogo "AI Audit" foi desenvolvido especificamente para ensinar ética em IA para estudantes do ensino fundamental e médio. O jogo utiliza três tipos de cartas: 14 cartas de negócios, que representam diferentes empreendimentos baseados em IA; 14 cartas de danos, que ilustram potenciais problemas éticos; e 10 cartas de recursos, que oferecem soluções para mitigar esses danos (Tabela 3).

A dinâmica do jogo começa com a formação de grupos de até 6 estudantes. Na distribuição inicial, as cartas de negócios são divididas igualmente entre os participantes, enquanto as cartas de danos e recursos são organizadas em dois montes separados, viradas para baixo. No primeiro turno, cada jogador recebe 2 cartas de danos e 3 de recursos, além de estabelecer seu primeiro negócio colocando uma carta de negócio virada para cima à sua frente.

Durante o jogo, os participantes podem escolher entre duas ações em seus turnos: estabelecer um novo negócio ou desafiar o negócio de outro jogador usando uma carta de dano. Quando desafiados, os jogadores podem se defender utilizando cartas de recurso que correspondam às cores da carta de dano recebida. Existe também a possibilidade de usar cartas coringa contra qualquer dano, desde que o jogador apresente um argumento convincente sobre como evitaria aquele problema específico.

Um jogador perde seu negócio se não conseguir se defender adequadamente com uma carta de recurso apropriada. Nesse caso, deve estabelecer um novo negócio no próximo turno, usando as cartas que possui em mãos. Se não tiver mais cartas de negócio disponíveis, o jogador é eliminado da partida. O vencedor é aquele que consegue manter seu negócio de IA ativo até o final do jogo, demonstrando capacidade de gerenciar os desafios éticos apresentados.

O material desta versão do jogo de cartas está disponível on-line sob a licença *Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 International* em:

<http://computacaonaescola.paginas.ufsc.br/dilema-ia-jogo-de-cartas/>.

**Tabela 3. Exemplo das Cartas do "Dilema IA"**

Tipo de carta	Exemplo de cartas		
Carta de Negócio	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Robô Socialmente Interativo</b></p> <p>Projetados para interagir com humanos usando a fala, expressões faciais e gestos comunicativos, para prestar assistência</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Mídia Social</b></p> <p>Sistemas que personalizam o que aparece no seu feed com base no seu comportamento anterior</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Arte Visual</b></p> <p>Geração automatizada de obras de arte visual como pinturas, fotos, etc. criadas por meio de IA generativa</p> </div> </div>		
Carta de Dano	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Fatalidades Humanas</b></p> <p>Causar fatalidades humanas por erros em sistemas de IA</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Aprofundamento de Desigualdades</b></p> <p>Aprofundar desigualdades estimulando comportamentos de ódio</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Prisões Injustas</b></p> <p>Levar a prisões injustas de pessoas</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Mídia Social</b></p> <p>Sistemas que personalizam o que aparece no seu feed com base no seu comportamento anterior</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Arte Visual</b></p> <p>Geração automatizada de obras de arte visual como pinturas, fotos, etc. criadas por meio de IA generativa</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Mídia Social</b></p> <p>Sistemas que personalizam o que aparece no seu feed com base no seu comportamento anterior</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Arte Visual</b></p> <p>Geração automatizada de obras de arte visual como pinturas, fotos, etc. criadas por meio de IA generativa</p> </div> </div>
Carta de Recurso	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Mídia Social</b></p> <p>Sistemas que personalizam o que aparece no seu feed com base no seu comportamento anterior</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Arte Visual</b></p> <p>Geração automatizada de obras de arte visual como pinturas, fotos, etc. criadas por meio de IA generativa</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Mídia Social</b></p> <p>Sistemas que personalizam o que aparece no seu feed com base no seu comportamento anterior</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Arte Visual</b></p> <p>Geração automatizada de obras de arte visual como pinturas, fotos, etc. criadas por meio de IA generativa</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Mídia Social</b></p> <p>Sistemas que personalizam o que aparece no seu feed com base no seu comportamento anterior</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Arte Visual</b></p> <p>Geração automatizada de obras de arte visual como pinturas, fotos, etc. criadas por meio de IA generativa</p> </div> </div>

#### 4. Aplicação do Jogo de Cartas

O jogo de cartas "Dilema IA" foi aplicado como parte da aula sobre Questões Éticas, Impactos Sociais e Oportunidades de Carreira do curso ML4ALL! (Martins et al., 2023) em 2023, com estudantes do ensino fundamental e médio em vulnerabilidade social, dentro de um projeto de extensão universitária da iniciativa "Computação na Escola" da UFSC, como parte do Programa PodeCrer do Instituto Vilson Groh (IVG) (IVG, 2022).

Os estudantes participantes vêm de famílias com recursos limitados e enfrentam diversos desafios, incluindo falta de acesso ao ensino superior, questões familiares como violência e insegurança alimentar, e vivem em comunidades marginalizadas com problemas de infraestrutura e criminalidade. As escolas que frequentam frequentemente carecem de recursos adequados e formação docente.

Um total de 49 alunos entre 14 e 18 anos participou das sessões do jogo de cartas, representando 68% de todos os participantes do curso ML4ALL! no IVG em 2023 (Figura 1).

Todos participantes são voluntários e preencheram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos responsáveis (TCLE-responsáveis).

O jogo foi aplicado em modo instrucional presencial em sessões de 2 horas por turma, num total de 4 turmas. Um instrutor "*game master*" guiava o jogo enquanto outro instrutor gerenciava a organização da sala. As sessões foram estruturadas em "rodadas" de 15-20 minutos com 4-6 jogadores por grupo, ocorrendo no laboratório do IVG.

Os alunos participaram voluntariamente, com consentimento obtido no início. Alguns participantes do curso perderam as sessões devido a problemas com transporte público ou questões familiares. A aplicação visou promover a compreensão da ética em IA através de um formato de jogo de cartas envolvente, adaptando-se às necessidades específicas e ao contexto dos estudantes brasileiros de baixa renda.



\*imagens em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) do Brasil.

**Figura 1. Estudantes jogando o jogo de cartas "Dilema IA".**

## 5. Avaliação do Jogo de Cartas

O objetivo da avaliação foi analisar a qualidade do jogo em termos de experiência do jogador, usabilidade e aprendizagem dos estudantes.

## 5.1. Questões de Análise

Com base no objetivo e seguindo o modelo MEEGA+Kids, foram analisadas as seguintes questões:

- **QA1.** O jogo proporciona uma experiência positiva ao jogador? Existem diferenças em relação ao nível educacional ou sexo?
- **QA2.** O jogo é atraente e fácil de jogar? Existem diferenças em relação ao nível educacional ou sexo?
- **QA3.** O jogo contribui para a aprendizagem dos alunos? Existem diferenças em relação ao nível educacional ou sexo?

## 5.2. Coleta de Dados

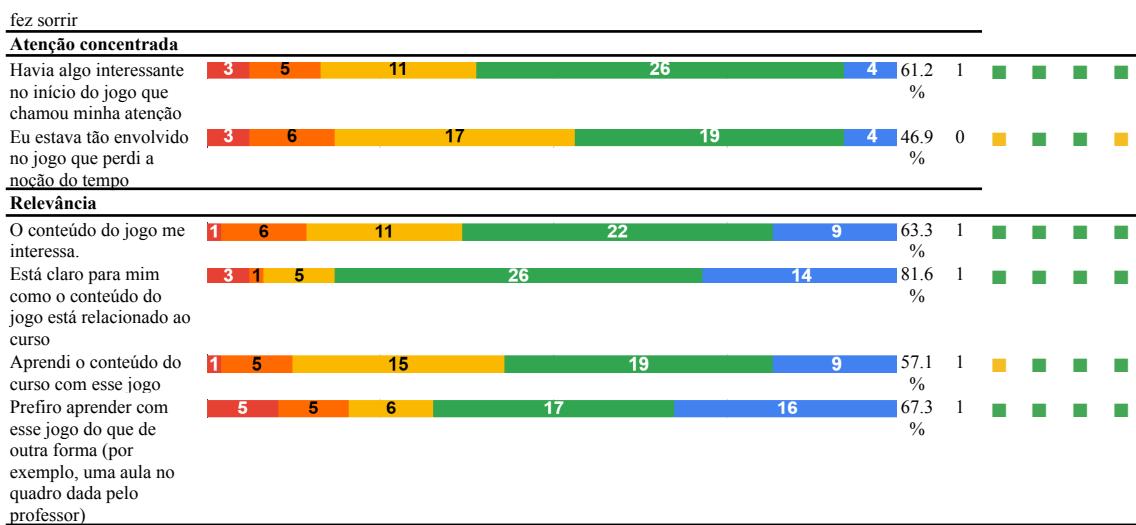
A coleta de dados foi realizada através do questionário MEEGA+Kids em português brasileiro, aplicado após as sessões do jogo. O questionário utiliza uma escala Likert de 5 pontos e inclui uma questão descritiva "O que você aprendeu jogando o jogo?", além de um breve pós-teste com questões de múltipla escolha alinhadas aos objetivos de aprendizagem. Participaram da avaliação 49 alunos, sendo 21 do ensino fundamental e 28 do ensino médio, com uma distribuição equilibrada entre os sexos (29 feminino e 20 masculino).

### 5.3. Resultados

**QA1.** O jogo "Dilema IA" proporcionou uma experiência bastante positiva aos jogadores, com destaque especial para os aspectos de diversão e interação social (Tabela 4). A maioria dos participantes (77,6%) relatou satisfação com o conhecimento adquirido e 67,3% indicaram que recomendariam o jogo aos colegas. A interação social foi particularmente bem avaliada, com mais de 70% de avaliações positivas, demonstrando que o jogo conseguiu criar um ambiente colaborativo e engajador. Quanto às diferenças entre níveis educacionais, os alunos do ensino médio demonstraram maior facilidade em manter a atenção e conectar o jogo ao conteúdo do curso, enquanto as alunas apresentaram maior engajamento com a atividade não-digital em comparação aos alunos do sexo masculino.

**Tabela 4. Frequências absolutas, respostas positivas e mediana da experiência do jogador.**



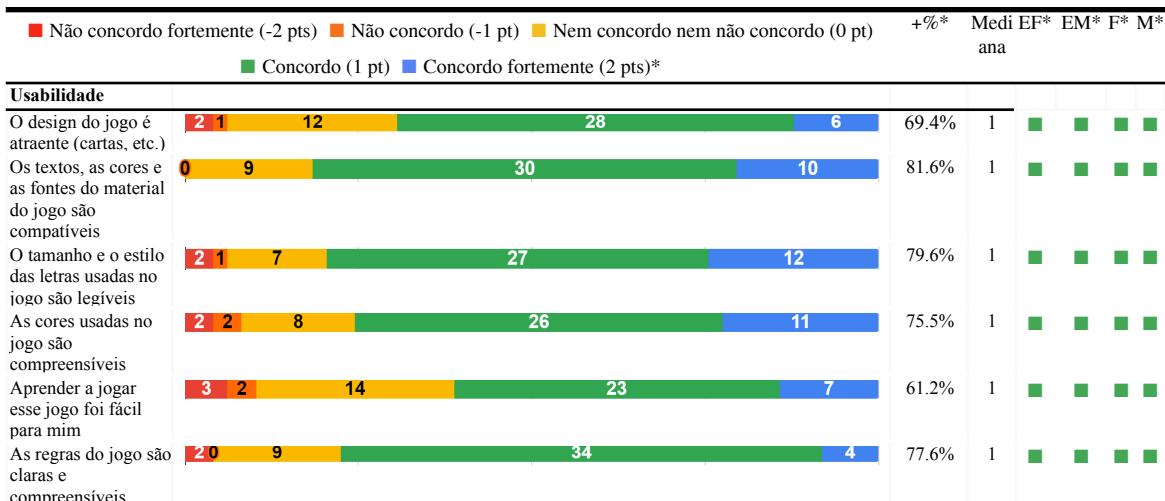


\*+ Respostas positivas; Mediana das respostas do: EF- Ensino Fundamental; EM - Ensino Médio; F- Feminino; M - Masculino

\*\*segundo o modelo MEGAA+KIDS (Gresse von Wangenheim, 2020).

**QA2.** O jogo recebeu avaliações muito positivas em termos de usabilidade (Tabela 5). Os estudantes consideraram o design atraente e os textos, cores e fontes do material do jogo legíveis e compreensíveis. A maioria também achou as regras claras e de fácil entendimento. Não foram observadas diferenças substanciais entre níveis educacionais ou sexo quanto à percepção da usabilidade, indicando que o design do jogo conseguiu atender de forma universal às necessidades dos diferentes grupos.

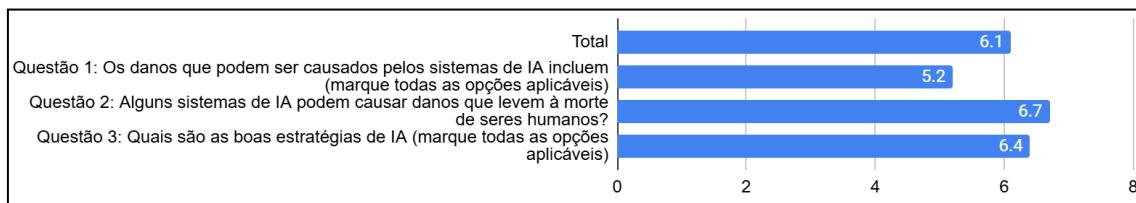
**Tabela 5. Frequências absolutas, respostas positivas e mediana da usabilidade.**



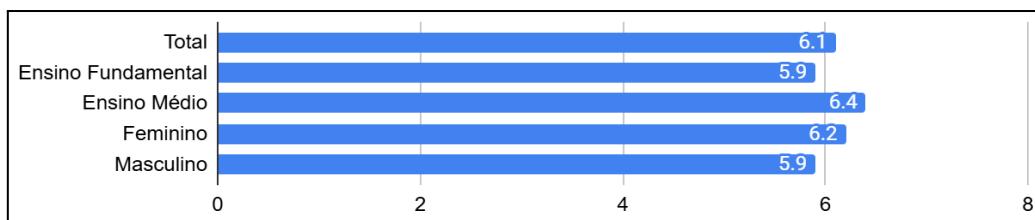
\*+ Respostas positivas; Mediana das respostas dos EF- Ensino Fundamental; EM - Ensino Médio; F- Feminino; M - Masculino

**QA3.** O jogo contribuiu positivamente para a aprendizagem dos alunos, com uma pontuação média de 6,1 de 10 pontos no teste pós-jogo (Figura 2). Os alunos do ensino médio obtiveram resultados ligeiramente superiores (média 6,4) em comparação com os do ensino fundamental (média 5,9), sugerindo a necessidade de exemplos mais concretos para este último grupo (Figura 3). Em relação ao sexo, as alunas alcançaram média de 6,2 pontos, enquanto os alunos obtiveram 5,9 pontos, indicando que as estratégias educacionais foram um pouco mais efetivas para o público feminino (Figura 3). Os comentários dos alunos confirmaram a eficácia do jogo em promover reflexões sobre ética em IA, com declarações como "aprendi como a IA pode ser melhor para não

sofrer problemas de discriminação" e "aprendi a refletir, questionar e discutir o que fazer para resolver".



**Figura 2. Pontuação média para três perguntas sobre ética de IA no questionário pós-jogo.**



**Figura 3. Pontuações médias das perguntas sobre ética em IA por estágio educacional e sexo designado no nascimento.**

## 6. Discussão

A aplicação do jogo de cartas "Dilema IA" como parte da aula sobre Questões Éticas, Impactos Sociais e Oportunidades de Carreira do curso ML4ALL! foi percebida como positiva. Os estudantes relataram uma experiência positiva, destacando especialmente a diversão e interação social promovidas pelo jogo. Os alunos também reconheceram a relevância do jogo no contexto do curso. Entretanto, foram observadas algumas oportunidades de melhoria relacionadas principalmente à falta de manutenção da atenção durante o jogo, indicando necessidade de adaptações para manter o engajamento de grupos específicos, especialmente alunos do ensino fundamental e/ou do sexo masculino.

A usabilidade do jogo foi avaliada muito positivamente. A maioria dos participantes considerou o design do jogo atraente, especialmente quanto ao seu design visual. Os resultados também indicam que estudantes de ambos os níveis educacionais e sexos apreciaram o design e clareza do jogo sem diferenças substanciais, demonstrando a universalidade do design.

Em geral, o jogo contribuiu positivamente para o objetivo de aprendizagem do curso em promover a compreensão da ética em IA, com os alunos alcançando uma pontuação média de 6,1 de 10 pontos no teste pós-jogo. Este efeito de aprendizagem aponta necessidade de melhorias. Especificamente, a dificuldade dos alunos com danos que podem ser causados por sistemas de IA reflete a necessidade de reforçar sua compreensão dos potenciais prejuízos, talvez incorporando estratégias educacionais complementares como discussões em grupo mais longas e/ou apresentação de exemplos ou estudos de caso.

Como principais pontos fortes do jogo, os alunos destacaram "diversão ao aprender", "o conteúdo" e elogiaram o design do jogo. Também citaram aprender "que

temos vários argumentos para salvar nossa empresa" e "gostei de poder defender as ideias e entender melhor a ética por trás da IA". A interação social também foi apontada como ponto forte, assim como o design do jogo. Esta avaliação positiva é confirmada pela ausência de pontos fracos por mais da metade dos alunos (53%). No entanto, alguns alunos citaram "curta duração" e "poucas cartas", indicando que estes aspectos poderiam ser melhorados em versões futuras do jogo.

### **6.1. Ameaças a Validade**

O design do estudo de caso aplicado nesta pesquisa pode causar várias ameaças à validade dos resultados. Uma questão é a falta de um teste de referência (*benchmark*) para avaliar o conhecimento dos alunos antes de jogar, a fim de comparar os resultados com o pós-teste. Isso é ainda mais agravado pelo fato de não haver um grupo de controle para comparar os efeitos identificados.

No entanto, neste estudo, optou-se por realizar um estudo de caso usando um design de pesquisa *one-shot post-test* para limitar interrupções no fluxo normal da aula, especialmente por se tratar de um curso extracurricular. Considerando a natureza exploratória de nossa pesquisa, consideramos aceitável o rigor científico de um estudo de caso cuidadosamente definido.

Além disso, o fato de o jogo ter sido aplicado com um pequeno conjunto de participantes dentro do mesmo programa educacional reduz a possibilidade de generalização dos resultados. A especificidade demográfica do estudo, focando em estudantes brasileiros em vulnerabilidade social, também pode limitar a generalização de nossas descobertas para outras populações.

Outra possível ameaça é que aspectos como diversão e satisfação são difíceis de medir e são capturados por medidas subjetivas. Para mitigar este risco, adotamos um modelo sistematicamente desenvolvido e amplamente utilizado para a avaliação da qualidade de jogos sérios, o modelo MEEGA+, incluindo o instrumento de medição padronizado que foi avaliado em termos de confiabilidade e validade em larga escala.

## **6. Conclusão**

A aplicação do jogo de cartas "Dilema IA", adaptado do jogo "AI Audit" para sua aplicação com estudantes brasileiros do ensino fundamental e médio como parte do curso ML4ALL!, forneceu uma primeira indicação de seu potencial como uma ferramenta eficaz para ensinar ética em IA/ML. Complementando outras estratégias educacionais adotadas como parte da aula "Questões éticas, impactos sociais e oportunidades de carreira" (incluindo vídeo, simulações e slides interativos), o jogo de cartas contribuiu para o aprendizado de questões éticas em IA, embora menos que o esperado, especialmente no que diz respeito à compreensão dos potenciais danos causados por sistemas de IA. O jogo foi percebido como proporcionando uma experiência positiva aos jogadores, enfatizando especialmente a diversão e interação social. A usabilidade do jogo, principalmente seu design atraente, regras claras e facilidade de aprendizado, também foi reconhecida pelos alunos.

Com base neste *feedback* positivo, estamos revisando o jogo, bem como métodos educacionais complementares, focando na apresentação de mais exemplos e

estudos de caso que possam facilitar a compreensão, especialmente por alunos do ensino fundamental.

## Referências

Akgun, S. & Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI Ethics*, 2, p. 431-440.

Ali, S., Kumar, V. & Breazeal, C. (2023). AI audit: A card game to reflect on everyday AI systems. In Proceedings of the Thirty-Seventh AAAI Conference on Artificial Intelligence and Thirty-Fifth Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence and Thirteenth Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence, 37, p. 15981-15989.

Branch, R. M. (2009). Instructional Design: The ADDIE Approach. New York, NY: Springer.

Gresse von Wangenheim, C., Petri, G. & Ferreti Borgatto, A. (2020). MEEGA+KIDS: A Model for the Evaluation of Games for Computing Education in Secondary School. *Revista Novas Tecnologias Na Educação*, 18(1).

IVG. (2022). Pode Crer Program: 2022 Social Impact Report. Disponível em: <https://vilsongroh.org/>.

Leslie, D. (2019). Understanding artificial intelligence ethics and safety: A guide for the responsible design and implementation of AI systems in the public sector. The Alan Turing Institute. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3240529>.

Martins, R. M., Gresse von Wangenheim, C., Rauber, M. F. & Hauck, J. C. (2023). Machine learning for all!—Introducing machine learning in middle and high school. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. Online.

The White House. (2023). Algorithmic discrimination protections | OSTP. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/ostp/ai-bill-of-rights/algorithmic-discrimination-protection-s-2/>.

Touretzky, D. S., Gardner-McCune, C., Martin, F. & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI? In Proceedings of the 33rd AAAI Conference on Artificial Intelligence, Honolulu, HI, USA, p. 9725-9726.

UNESCO. (2022). Artificial intelligence and digital transformation: Competencies for civil servants. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383325>.

Yin, R. K. (2017). Case Study Research and Applications: Design and Methods. SAGE Publications.

Zhang, H., Lee, I., Ali, S., Sargent, J. & Hsu, W. (2022). Integrating ethics and career futures with technical learning to promote AI literacy for middle school students: An exploratory study. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33, p. 290–324.