



Inteligência artificial no ensino de Geometria Espacial - recursos educacionais e cultura digital para o Ensino Fundamental



Claudiany Calaça de Sousa

Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Ibirubá, Rio Grande do Sul, Brasil

claudianysousa@gmail.com



Marcos Fernandes Sobrinho

Instituto Federal Goiano (IFGoiano), Urutaí, Goiás, Brasil

marcos.sbfs@gmail.com



Anderson Rodrigo da Silva

Instituto Federal Goiano (IFGoiano), Urutaí, Goiás, Brasil

anderson.silva@ifgoiano.edu.br

Resumo: O artigo investiga o impacto da Inteligência Artificial (IA) no ensino de geometria espacial por meio de um jogo educativo, implementado em uma escola pública do Norte do Brasil para o ensino fundamental nos anos iniciais e finais. Utilizando uma abordagem quali-quantitativa e pesquisa-ação, foram aplicados questionários e observações para avaliar o jogo na promoção de aprendizagem significativa e inclusão digital. Os resultados indicam que a IA pode ser adaptada com sucesso para ambientes educacionais e contribui para o interesse e a motivação dos alunos e ao apoiar o professor na facilitação do aprendizado conectado ao cotidiano dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino Básico; Jogo; Redes Neurais.





Artificial intelligence in teaching Spatial Geometry: educational resources and digital culture for Elementary Education

Abstract: The article investigates the impact of Artificial Intelligence (AI) on the teaching of spatial geometry through an educational game, implemented in a public school in northern Brazil for primary education in the first and last years. Using a qualitative-quantitative approach and action research, questionnaires and observations were used to evaluate the game in promoting meaningful learning and digital inclusion. The results show that AI can be successfully adapted to educational environments, contributing to students' interest and motivation, and supporting the teacher in facilitating learning related to students' daily lives.

Keywords: Basic Education; Game; Neural Networks.

La inteligencia artificial en la enseñanza de la Geometría Espacial: recursos educativos y cultura digital para la enseñanza primaria

Resumen: El artículo investiga el impacto de la inteligencia artificial (IA) en la enseñanza de la geometría espacial a través de un juego educativo implementado en una escuela pública del norte de Brasil para la enseñanza primaria en los cursos inicial y final. Para evaluar el juego en la promoción del aprendizaje significativo y la inclusión digital, se aplicaron cuestionarios y observaciones mediante un enfoque cualitativo-cuantitativo y la investigación-acción. Los resultados indican que la IA puede adaptarse con éxito a entornos educativos, contribuye al interés y la motivación de los alumnos y ayuda al profesor a facilitar un aprendizaje conectado con la vida cotidiana de los estudiantes.

Palabras clave: Educación Básica; Juego; Redes Neuronales.

Recebido em: 29/10/2024

Aceito em: 18/11/2024





1 INTRODUÇÃO

No contexto educacional atual, a introdução de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e de Inteligência Artificial (IA), como redes neurais, permite novas formas de personalização e engajamento. Como apontado por Ludermir (2021), a IA pode revolucionar o ensino ao potencializar o envolvimento dos alunos e adaptar a necessidades individuais, configurando-se como recurso educacional estratégico na cultura digital contemporânea.

A cultura digital tem alterado a relação dos alunos com o conhecimento, possibilitando acesso a recursos multimodais que ampliam a compreensão e a significância dos conteúdos. Estudos mostram que jogos educacionais, apoiados por redes neurais, não apenas reforçam conceitos, mas desenvolvem habilidades cognitivas fundamentais em um ambiente familiar para o estudante (Unesco, 2014).

A Matemática é componente curricular fundamental na jornada escolar de crianças e adolescentes. A importância se justifica em sua aplicação no mundo do trabalho, no seu uso como base para outras áreas de conhecimento e, de modo geral, na construção da cidadania, na medida em que a sociedade busca, cada vez mais, aprimorar e alcançar novos conhecimentos científicos e recursos tecnológicos.

Contudo, no que tange ao ensino desse componente curricular, nota-se que ela provoca sensações adversas tanto para quem ensina quanto para quem estuda. Em conformidade com os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática (PCNs), de um lado está a constatação de que se trata de uma área de conhecimento importante; de outro, a insatisfação diante dos resultados negativos obtidos em relação à sua aprendizagem (Santos, 2014).

Essas adversidades revelam que há problemas a serem enfrentados no processo de ensino e aprendizado. É preciso reverter o ensino centrado em uma aprendizagem mecânica sem significado para o aluno, além de rever e reformular conteúdos e metodologias que sejam compatíveis com o atual perfil dos alunos, em uma era tecnológica, e que promovam melhorias no processo de ensino-aprendizagem.

Para Orange *et al.* (2018), há muitas discussões acerca de melhorias e alternativas de ensino que proporcionem uma aprendizagem significativa, porém, ainda é notório o receio na





aplicação de novas soluções para o ensino, como também a carência de recursos para se trabalhar com novas práticas.

Um fator importante que influencia o aprendizado é aquilo que o indivíduo já conhece, ou seja, aprender significativamente necessita ampliar e formar ideias já existentes na estrutura mental de modo que ele seja capaz de relacionar e acessar novos conteúdos (Ausubel, 2003).

Segundo Moran, Masseto e Behrens (2013), com as tecnologias, a escola pode transformar-se em um espaço rico em aprendizagens significativas que motivem os alunos a aprenderem ativamente, a pesquisarem o tempo todo, a serem proativos, a interagirem e a saberem tomar iniciativa.

As tecnologias digitais têm ajudado na busca de soluções que melhoram o processo de ensino-aprendizado. Atualmente, há uma gama de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) voltadas para as mais diversas áreas de ensino como jogos, aplicativos e ambientes virtuais de aprendizagem, realidade virtual, bem como as possibilidades de novas metodologias baseadas em produtos/recursos do pensamento computacional, da robótica e da inteligência artificial.

As TDIC, na perspectiva de Costa e Prado (2015), proporcionam diversos conhecimentos, os quais são fundamentais para que o professor de matemática possa “raciocinar com”, “criar com” e “ensinar com” tecnologia. Entretanto, o Ensinar não se limita apenas na inserção das TDIC na sala de aula, mas na integração e exploração do que elas podem potencializar para o ensino e a aprendizagem em Matemática.

Nesse sentido, sobre as tecnologias presentes, encontram-se hoje várias técnicas e algoritmos da Inteligência Artificial (IA), como por exemplo as Redes Neurais Artificiais (RNA), no desenvolvimento de jogos e aplicações capazes de reconhecer, aprender e se adaptar. Essas aplicações e a própria área de estudo da IA vem ganhando espaço na educação, em forma de auxílio das disciplinas, conteúdos, aulas da educação a distância em plataformas especializadas com conteúdo alimentados por professores de Matemática (Badin; Bordignon; Agosti, 2017).

Para a educação, a IA tem se mostrado relevante nos últimos anos no estudo de diversas áreas do conhecimento ao permitir o desenvolvimento de estudos, *softwares*, jogos, dentre outras aplicações voltados para o ensino e para a resolução de problemas. Outro ponto é que





parte da relevância da IA para educação está no desenvolvimento de tecnologias que proporcionam a inclusão de pessoas com deficiência e adaptabilidade para diferentes estilos de aprendizagem.

Diante dessas reflexões, o presente artigo tem como objetivo relatar o desenvolvimento de um produto técnico educacional (PTE) desenvolvido durante o mestrado da primeira autora, sob orientação dos demais autores, articulado à IA e a eventuais possibilidades de contribuições no processo ensino de geometria espacial nos anos iniciais e finais do ensino fundamental de uma escola da Região Norte do Brasil.

2 JOGO GeometrIA

O jogo GeometrIA utiliza uma Rede Neural Convolutacional para promover aprendizagem significativa ao considerar e adaptar-se às respostas de alunos, como propõe Ludermir (2021) e Fernandes-Sobrinho e Fernandes (2024). Essa estrutura contribui para a cultura digital na educação ao permitir uma experiência interativa e adaptativa, essencial para o engajamento na aprendizagem de geometrias complexas.

É importante frisar que existem vários tipos de Redes Neurais Artificiais (RNA), entretanto, nesse produto foi utilizado uma Rede Neural Convolutacional que provém do termo em inglês ‘Convolutional Neural Network (CNN)’. Para Taulli (2020, p. 119), “uma rede neural convolutacional (CNN) analisa os dados de seção por seção (ou seja, por convulações). Esse modelo é voltado para aplicações complexas, como reconhecimento de imagem.”

A ideia para construção deste PTE surgiu por meio de uma conversa informal com os professores de matemática de uma escola municipal, sobre o ensino de geometria, que há uma dificuldade dos alunos no reconhecimento das formas geométricas, justamente por não haver uma contextualização com o cotidiano, e que essas dificuldades acarretavam em outras dificuldades e até mesmo desinteresse no aprendizado de geometria.

Logo, surgiu como sugestão de um dos professores a utilização de tecnologias que ajudassem o aluno a identificar essas formas geométricas, principalmente os sólidos geométricos no seu dia a dia. Esse diálogo ocorreu durante a pandemia onde o ensino ainda era remoto, o que também implicou em observações e percepções sobre as dificuldades no





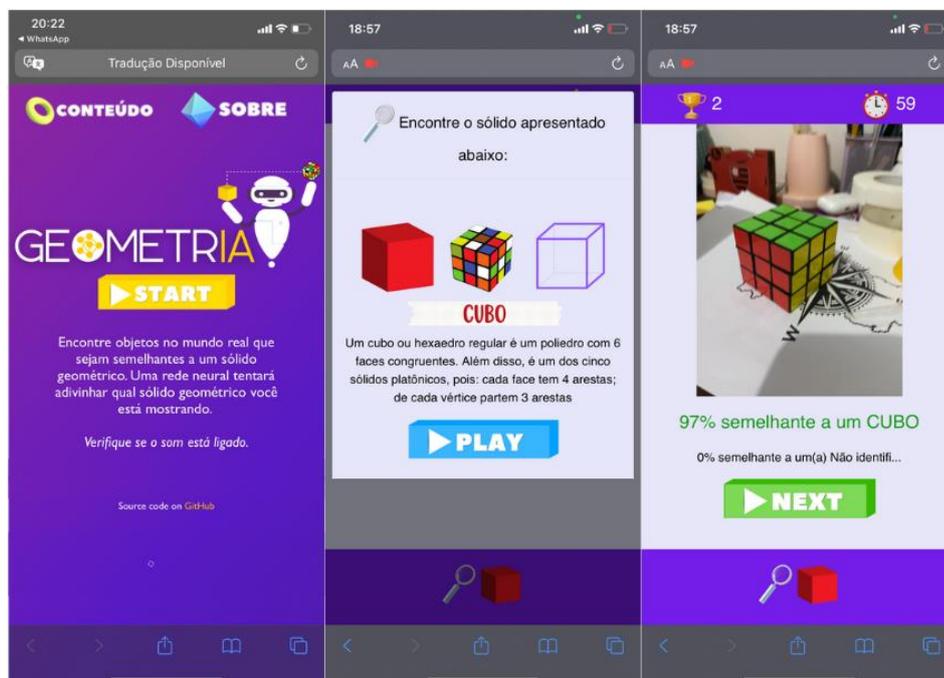
aprendizado de matemática.

Segundo Marques e Caldeira (2018), uma das possibilidades de tornar a aula mais atrativa aos alunos é propor aos professores de Matemática do Ensino Fundamental a utilização de tecnologias e abordagens metodológicas que facilitem a visualização e o vínculo do conteúdo de Geometria com o cotidiano dos alunos.

O jogo GeometrIA tem como objetivo lúdico sortear sólidos geométricos e fazer com que o aluno consiga identificar no mundo real o maior número de objetos que tenham o formato do sólido geométrico sorteado. A Rede Neural Artificial (RNA), por sua vez, tentará identificar o objeto que o aluno estará mostrando e pontuará todas as vezes que reconhecê-lo e estiver dentro do tempo estabelecido no jogo, conforme mostra a figura 1.

O aluno vence a partir da maior pontuação que fizer e perde todas as vezes que não consegue identificar o sólido geométrico, retornando o conteúdo de revisão e uma nova tentativa de jogo. As subseções a seguir visam explicar um pouco do processo de desenvolvimento do Jogo GeometrIA, destacando as ferramentas utilizadas e o treinamento da Rede Neural Artificial (RNA).

Figura 1 – Telas do Jogo GeometrIA





Fonte: Autores (2022).

A estrutura do jogo foi construída a partir do treinamento de uma RNA Convolutacional, que é composta por um *dataset* (conjunto de dados) de 3.500 imagens, coloridas (RGB) de dimensões 224 x 224 *pixels*, obtidas de objetos encontrados no dia a dia com formato de um sólido geométrico. As imagens utilizadas na RNA foram rotuladas em oito classes: cilindro, cone, cubo, esfera, paralelepípedo, pirâmide quadrangular, prisma triangular e “não identificado”. Cada classe possui o mesmo quantitativo de imagens com a mesma dimensão.

A RNA foi treinada com 200 épocas; *Batch size*: 32 e Taxa de aprendizagem de 0,001. Após o treinamento, a plataforma disponibiliza alguns dados de acurácia por classe, época e matriz de confusão sobre o modelo treinado, que são úteis para a realização de novos testes para melhorar o desempenho da RNA. Logo a definição do modelo a ser utilizado no GeometrIA deu-se por meio da acurácia e da ausência de *overfit*.

Sobre as informações disponibilizadas, temos: *Batch size* que se refere à quantidade de amostras processadas pelo modelo antes de atualizar seus parâmetros. Neste caso, um *batch size* de 32 significa que o modelo processa 32 imagens por vez antes de ajustar seus pesos. A **taxa de aprendizagem** é um parâmetro que determina o tamanho dos ajustes feitos nos pesos do modelo a cada iteração. Uma taxa de 0,001 indica que os ajustes serão pequenos, promovendo um aprendizado gradual.

A **acurácia por classe** avalia a precisão do modelo para cada classe individualmente, ajudando a entender como ele se comporta com diferentes tipos de objetos. A **época** corresponde a uma passagem completa pelo conjunto de dados durante o treinamento, e o modelo foi treinado por 200 épocas para melhorar seu desempenho. Já a **matriz de confusão** é uma tabela que compara as previsões do modelo com os valores reais, detalhando os acertos e erros para cada classe, fornecendo uma visão detalhada da performance do modelo.

Desse modo, a Figura 1 mostra que o modelo utilizado classificou 75 amostras, obtendo a acurácia por classe entre 0.92 e 1 (92 a 100%). A previsão de um modelo é perfeita quando a acurácia equivale a um 1.00 (se preferirem a figura 2) ou 1.0 (se preferirem a figura 3), e imperfeita quando possui valores inferiores a um (1.00 ou 1.0).

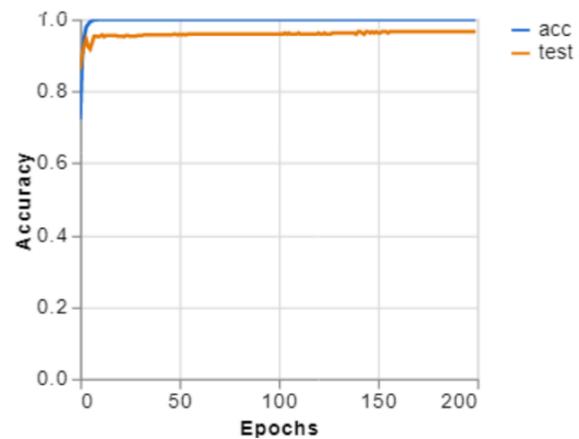


Figura 2 - Acurácia por classe

CLASS	ACCURACY	# SAMPLES
Cilindro	0.97	75
Cone	0.92	75
Cubo	1.00	75
Esfera	1.00	75
Paralelepípedo	0.93	75
Pirâmide	0.96	75
Prisma	0.96	75

Fonte: Autores (2023).

Figura 3 - Acurácia por época



Fonte: Autores (2023).

Os resultados mostrados na figura 2 apresentam a acurácia por época, o que nos permite visualizar se o modelo está super ajustado (*overfit*) ou não. Nesse caso, o modelo consegue classificar outros objetos que sejam diferentes dos que foram utilizados no treinamento, sendo assim mais dinâmico. Esse aspecto é fator importante para aplicação visto que muitos dos objetos que os jogadores encontrarem não serão sólidos geométricos perfeitos, mas terão um formato semelhante. Logo, o modelo treinado atende às necessidades de jogabilidade da aplicação.

É importante ressaltar que 85% das amostras foram utilizadas para treinar o modelo a como classificar corretamente as amostras nas classes criadas. Já os outros 15% das amostras são utilizados para testes a fim de verificar quão bem o modelo está desempenhando em dados novos e nunca antes vistos. Estes parâmetros são definidos pela própria plataforma Teachable Machine, não sendo possível alterá-los.

Após o treinamento e fase de testes, a rede neural foi exportada para desenvolver a estrutura do jogo utilizando a linguagem de programação *JavaScript*. Após a estruturação, desenvolveu-se uma interface *web* interativa com recursos do canva do HTML5 (Linguagem de Marcação de HiperTexto), juntamente com outros recursos da linguagem *JavaScript* e CSS (*Cascade Style Sheet*) com o objetivo de tornar o jogo mais atrativo e para que alunos e professores os utilizassem durante as aulas de matemática e em outros momentos fora do

ambiente escolar.

O conteúdo de Geometria foi implementado no jogo de duas maneiras: conceito básico e direto e conceito geral explicativo. Os conceitos básicos foram aplicados na jogabilidade da aplicação e interação com IA, como mostra a figura 4 (Tela A).

Figura 4 – Conteúdos de Geometria apresentados no jogo



Fonte: Autores (2022).

Esses conceitos básicos são necessários para facilitar a memorização e a aquisição de novos conceitos a partir da assimilação do objeto encontrado em seu cotidiano com as figuras representadas nos livros didáticos e demais conteúdos de Geometria.

Também foram implementadas, no jogo, páginas HTML com conceitos gerais explicativos sobre o que são figuras planas, não planas, o que são os sólidos geométricos, poliedros, corpos redondos, entre outros. Esses conteúdos, exemplificados na Figura 4 (Tela B e C), visam trazer uma revisão sobre o conteúdo, em virtude de que quando o aluno não consegue identificar um sólido geométrico, o jogo indica a revisão do conteúdo e uma nova tentativa.



Com o conteúdo, também são apresentadas algumas curiosidades regionais e locais, Figura 4 (Tela D), com a finalidade de fortalecer a relação dos conteúdos com os esquemas de conhecimento presentes na estrutura cognitiva do estudante, visto que são lugares que esses estudantes já conhecem e que podem visualizar.

Outro ponto é que a geometria faz parte do nosso dia a dia, desde os brinquedos até os edifícios. Ao brincar e explorar o mundo, as crianças desenvolvem naturalmente um senso geométrico, aprendendo sobre formas, tamanhos e espaços (Fonseca, *et al.*, 2009).

3 PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa foi realizada com quatro professores de uma Escola Municipal de Ensino Fundamental localizada na Região Norte do Brasil. Para a coleta de dados, foi utilizado um questionário desenvolvido pela pesquisadora na plataforma *Google Forms*. O questionário aplicado contou com 20 perguntas, entretanto, neste relato foram apresentadas apenas quatro questões que abordam os aspectos técnicos do PTE. Os questionamentos foram julgados conforme o grau de concordância ou discordância estabelecidos em uma escala do tipo *Likert* de cinco pontos.

A população deste estudo foi composta por professores efetivos e contratados que atuam no ensino fundamental na unidade escolar em que a pesquisa foi realizada. A amostra incluiu quatro professores: dois pedagogos que lecionam matemática nos anos iniciais e dois professores de matemática dos anos finais do ensino fundamental. A escolha dessa amostra se justifica pela abordagem dos conteúdos de Geometria Espacial serem trabalhados em ambas etapas do ensino fundamental.

Além de análise quantitativa e qualitativa, este estudo considerou os aspectos éticos da utilização de IA no ambiente educacional. A coleta de dados segue os princípios de privacidade e transparência, conforme recomendado por Fernandes-Sobrinho (2023) e pela União Europeia, além de ter sido aprovado junto ao Comitê de Ética em Pesquisa conforme o parecer n. 5.337.993/2022. Essa perspectiva busca equilibrar inovação pedagógica com o devido respeito aos direitos fundamentais dos estudantes.

O procedimento de análise do questionário se deu por meio da Análise de Conteúdo.





Para Bardin (2011), a análise de conteúdo é um método que utiliza diversas técnicas para examinar mensagens, como textos ou imagens. Seu objetivo principal é identificar e quantificar a frequência de palavras, frases e ideias específicas, permitindo uma compreensão mais profunda do conteúdo.

Em outras palavras, Fernandes-Sobrinho (2016) explica que este método consiste em um conjunto de técnicas utilizadas no tratamento de dados e na análise dessas técnicas. O autor ainda acrescenta que o método trata as informações a partir de um roteiro que se divide em três fases: a) pré-análise; b) exploração do material; c) tratamento dos resultados.

Neste estudo, seguimos o mesmo roteiro. Logo na fase (a) iniciamos a partir da organização do questionário para constituição de um *corpus*. A fase (b) consistiu na exploração do material, ou seja, foi feito o recorte e a codificação dos resultados obtidos. Para isso, utilizou-se oito das 20 perguntas do questionário, as quais foram, a priori, condensadas em indicadores de discussão e categorias.

Neste trabalho, as categorias foram previamente definidas e adaptadas do instrumento de avaliação de jogos eletrônicos de Vilarinho e Leite (2015). Deste modo, os resultados obtidos foram categorizados em duas dimensões: “Pedagógica” e “Interface. Na fase (c) foi realizado o tratamento dos resultados, a inferência e interpretação por meio de operações estatísticas simples.

Com a finalidade de facilitar a visualização dos dados obtidos, os gráficos a serem apresentados a seguir foram organizados com os indicadores estabelecidos na fase (b) ao invés das próprias questões.

4 RESULTADOS

Nesta seção, apresentaremos os resultados obtidos por meio da coleta e análise de conteúdo dos dados com as discussões sobre as contribuições do jogo GeometrIA no ensino de sólidos geométricos. Para uma melhor compreensão dos resultados obtidos, estruturamos as argumentações em três subseções conforme as categorias utilizadas na fase de exploração do material na análise de conteúdo dos dados.

Para Moreira e Masini (2006), o papel do professor na facilitação da aprendizagem



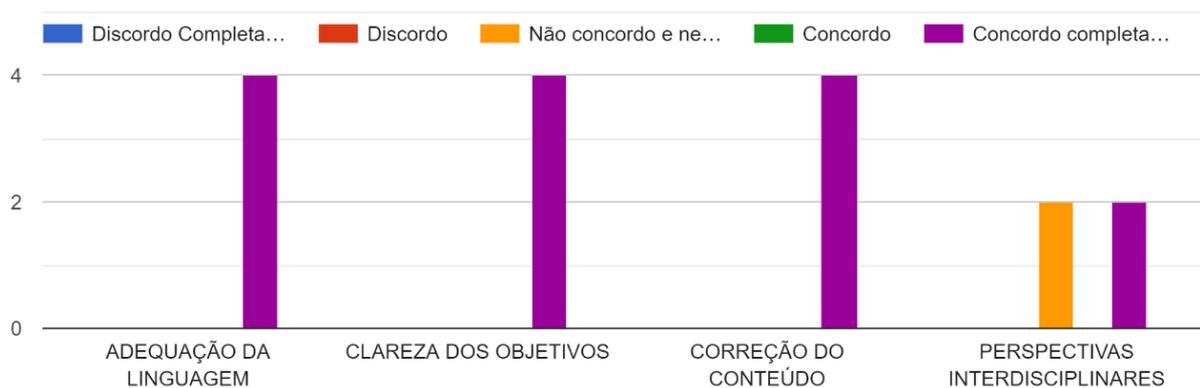


significativa envolve quatro tarefas fundamentais, as quais, de forma reduzida, são: a) **Tarefa um** - Identificação da estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino; b) **Tarefa dois** - Identificação dos subsunçores relevantes a aprendizagem do conteúdo a ser ensinado; c) **Tarefa três** - Diagnóstico daquilo que o aluno já sabe; d) **Tarefa quatro** - Ensino a partir de recursos e princípios que facilitem a aquisição de conceitos de forma significativa.

Sob esta conjuntura, a dimensão pedagógica reúne questões que visam compreender como o jogo Geometria contribui para o alcance dessas tarefas, bem como verificar se o jogo atende às condições necessárias, que são estabelecidas por Ausubel (2003), para uma aprendizagem significativa.

O Gráfico 1 apresenta indicadores que se adequam a maneira substantiva de apresentar o conteúdo ao estudante. Assim, observa-se que quatro participantes da pesquisa responderam que “Concordam completamente” quando questionados a respeito dos indicadores de “Adequação da linguagem”, “clareza dos objetivos” e “correção do conteúdo” apresentado no jogo.

Gráfico 1 - Dimensão pedagógica A



Fonte: Autores (2022).

Quanto ao indicador “Perspectiva interdisciplinar”, foi questionado aos pesquisadores se o jogo apresentava situações-problemas que ofereciam a perspectiva interdisciplinar, mobilizando conceitos de diferentes campos de conhecimento, de forma articulada. Logo,

obteve-se as seguintes respostas: dois participantes foram
<http://doi.org/10.53628/emrede.v11i.1102>





imparciais, não concordando e nem discordando a respeito do questionamento. Os demais professores responderam “Concordo completamente”.

Os resultados obtidos a partir do Gráfico 1 convergem com a que é enfatizado por Moreira e Masini (2006) na Tarefa um, pois o uso de uma linguagem adequada, a clareza dos objetivos e interdisciplinaridade favoreceram a apresentação de conceitos unificados e inclusivos, com um potencial esclarecedor e características que facilitam a assimilação.

A correção do conteúdo, ao ser apresentada de forma organizada e sequencial, complementa a proposta didática da tarefa 1, facilitando a compreensão dos alunos. A teoria de Ausubel enfatiza a importância de identificar e estruturar os conceitos básicos para uma aprendizagem significativa, especialmente em uma área como a geometria, que exige uma organização mental precisa.

A clareza dos objetivos também atende a proposta da Tarefa dois, visto que, para a identificação dos subsunçores, é necessário buscar conceitos, proposições, ideias claras, precisas e estáveis, que são relevantes para o conteúdo a ser ensinado, levando em consideração aquilo que o aluno já sabe (Moreira; Masini, 2006).

A Tarefa três requer do professor um diagnóstico daquilo que o aluno já sabe, estipulando dentre os subsunçores relevantes, quais estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. Dessa forma, a organização interdisciplinar do conteúdo potencializa o aprendizado ao integrar conceitos de diversas áreas.

Segundo Moran e Bacich (2018), os professores precisam descobrir quais são as motivações de cada estudante, o que os mobiliza a aprender, os percursos, técnicas e tecnologias mais adequados para cada situação.

Seguindo adiante, o Gráfico 2 apresenta indicadores relacionados aos princípios e recursos que facilitam a apresentação dos conteúdos e planejamento apropriado para a organização sequencial da disciplina. Nesse sentido, buscou-se com o indicador “Alinhamento com os objetivos de ensino” questionar se o jogo se alinha com os objetivos de ensino da proposta curricular da disciplina. Todos os participantes responderam “Concordo completamente”. O indicador “Situações de ensino” se refere ao uso do jogo GeometrIA, por parte dos professores, em situações como estudo dirigido, atividades remotas, atividades extraclasse, dinâmicas e outros. Todos os quatro participantes da pesquisa responderam que

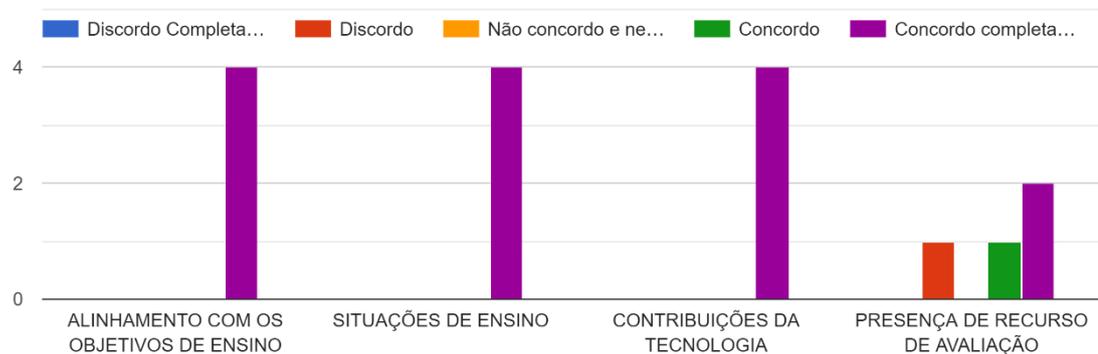




“Concordo completamente”, ou seja, utilizaram o jogo em suas práticas docentes.

Os resultados evidenciam que o jogo GeometrIA tem potencial significativo e atinge o que é proposto na Tarefa quatro, já que é um recurso tecnológico que facilita a aquisição dos conceitos básicos de geometria por meio de conteúdos organizados sequencialmente de forma significativa.

Gráfico 2 - Dimensão pedagógica B



Fonte: Autores (2022).

Dessa forma, ao ensinar com princípios e recursos adequados, sejam eles tecnológicos ou não, a função do professor passa a ser a de auxiliar o aluno a assimilar o assunto trabalhado e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimento, por meio da aquisição de significados claros e concisos (Moreira; Masini, 2006).

Quanto ao indicador “Contribuições da tecnologia”, foi questionado se a Inteligência Artificial utilizada no jogo podia contribuir para melhor compreensão do assunto de Geometria a ser ensinado. Todos os quatro participantes da pesquisa responderam “Concordo completamente”.

Diante desse resultado, convém acrescentar que, a partir do momento que a IA se tornar uma tecnologia cada vez mais comum no cotidiano das pessoas, mais inteligente ela se tornará. Por consequência, quanto mais perspicaz ela for, mais pessoas utilizarão, proporcionando aprendizado e auxiliando o homem moderno na sua aprendizagem e formação (Fava, 2018).

Entretanto, a utilização de um recurso tecnológico por si só não garante a qualidade no





ensino, sendo assim, é imprescindível que haja interação entre professor e aluno na escolha de competências e metodologias com apoio de recursos tecnológicos para que o processo de ensino-aprendizagem ocorra de maneira significativa, eficiente, eficaz e efetiva.

Nesse sentido, entende-se de forma clara que as tecnologias digitais devem servir como elemento facilitador, que simplifique a compreensão nas mais diversas áreas, criando condições para que o aluno possa assimilar um conhecimento ainda em construção com outros já conhecidos e de seu interesse utilizando uma tecnologia (Verastzo; Baião; Sousa, 2019).

A respeito da “Presença de recurso de avaliação”, questionou-se a presença de recursos de avaliação por meio de exercícios ou situação problema. As respostas obtidas mostraram a discordância de um participante e concordância por parte de três deles.

Apesar de apenas um participante discordar da presença de recurso de avaliação, o jogo GeometrIA não oferece explicitamente este recurso em virtude de que a proposta do jogo parte do esforço de apresentar um conteúdo que tenha uma relação com conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno. Assim, os meios de avaliação ficam dependentes dos objetivos e planejamento do professor ao utilizar essa tecnologia.

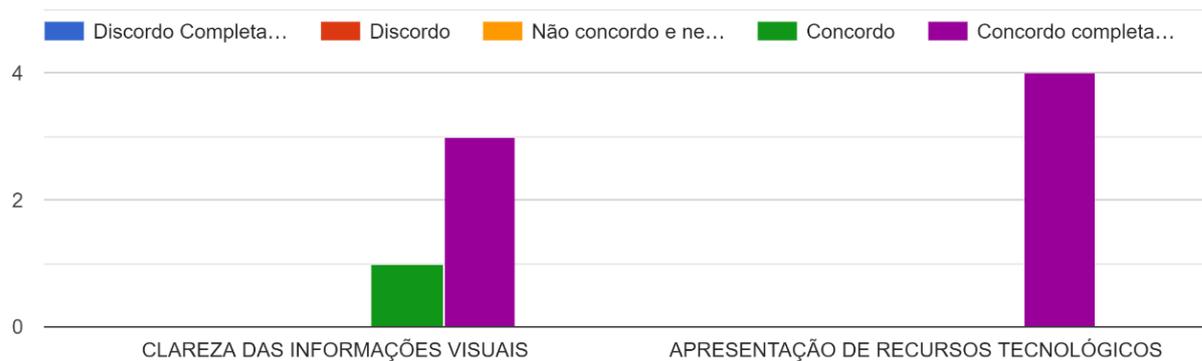
Entretanto, para que isso ocorra, o profissional contemporâneo precisa desenvolver seu pensamento computacional e estar constantemente a par das novidades tecnológicas. Isso não significa necessariamente obter conhecimentos para desenvolver *softwares* e aplicativos, mas saber utilizar uma tecnologia, entender o processo por trás dela para obter uma informação, tomar uma decisão baseada em dados e saber lidar com diferentes linhas de raciocínio (Fava, 2018).

Na dimensão interface, buscou-se avaliar as características visuais do jogo e a apresentação da tecnologia como aspecto diferencial à navegabilidade. Dessa forma, no indicador “Clareza das informações visuais”, apresentado no Gráfico 3 foi questionado se o jogo possui uma apresentação visual clara, com o uso de fontes, imagens, cores e quantidade adequada de informação por tela. Os resultados indicam um alto nível de concordância entre os participantes em relação à clareza das informações visuais.





Gráfico 3 - Dimensão interface



Fonte: Autores (2022).

Nesse sentido, os conhecimentos geométricos nos anos iniciais do ensino fundamental possibilitam a elaboração de representações que são facilmente interpretadas em recursos visuais para diversos conceitos relacionados a tais conteúdos (Fonseca *et al.*, 2009).

A interface do jogo GeometrIA é simples, instrutiva, colorida e ilustrada para facilitar a apresentação e assimilação do conteúdo. Segundo Perry *et al.* (2007), há alguns princípios da teoria de Ausubel que servem de balizas para a elaboração dos objetivos gerais e do escopo de um jogo, como por exemplo, a busca de estratégias de apresentação do conteúdo, associadas com desafios interativos e orientações seguras para acesso a estímulos audiovisuais que motivam e mantêm o foco da atividade do aluno em direção à busca pelo aprendizado.

No indicador “Apresentação dos recursos tecnológicos”, foi questionado se a inteligência artificial utilizada foi um diferencial para o jogo. Todos os quatro participantes da pesquisa responderam “Concordo completamente”. Em consonância a este resultado, Fava (2018) argumenta que a IA deixou de ser um sonho da ficção científica e passou a ser real, estando instalada em *smartphones*, podendo auxiliar seu dono a tomar decisões.

Diante disso, é essencial atentar-se para um modelo educacional que acompanhe as tendências, além de preparar os professores para estarem abertos às novas tecnologias que proporcionam diferentes tipos de comunicação e interação.

Afinal, com o advento de tecnologias como a internet, armazenamento em nuvem, IA e as aplicações *mobile* que apresentam o conteúdo de maneira diversificada, personalizada e





interativa, as outras tecnologias como CD, DVD, TV e até mesmo os famosos programas de apresentações (*slides*) completamente centrados em conteúdos se tornaram um tanto ultrapassadas, estando cada vez mais em desuso no atual cenário educacional.

CONSIDERAÇÕES

Entendendo que o uso de tecnologias digitais se faz necessário para uma aprendizagem mais significativa, pela acessibilidade, portabilidade, interatividade e proximidade com a realidade atual dos alunos, desenvolveu-se o jogo GeometrIA, que utiliza um modelo treinado de aprendizado de máquina para identificação de sólidos geométricos com acurácia que varia de 92 a 100%.

O GeometrIA, em sua primeira versão publicada neste trabalho, ainda apresenta suas limitações quanto aos quesitos de interação, personalização e avaliação. Entretanto, buscamos por meio das capacidades e avanços tecnológicos a personalização do ensino conforme a necessidade do aluno.

Entretanto, objetivou-se com sua implementação, a partir do ponto de vista de Ausubel sobre a aprendizagem significativa, contribuir com o ensino de sólidos geométricos em nível fundamental da educação básica. Foi possível compreender que o jogo GeometrIA alcança as condições necessárias para uma aprendizagem significativa, uma vez que é uma ferramenta digital com potencial significativo e pode auxiliar o professor no processo a facilitação do conhecimento em construção por meio de conteúdos visuais que se relacionam com o cotidiano do aluno.

Tal afirmação é justificada com base nos resultados obtidos na pesquisa, pois todos os professores participantes concordaram completamente quando questionados sobre a capacidade do jogo em motivar e despertar mais disposição para aprender assuntos de Geometria. Eles também concordaram sobre outros aspectos do jogo como “Adequação da linguagem”, “clareza dos objetivos” e “correção do conteúdo” que também contribuem para efetivação do papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa.

Outro ponto positivo revelado nos resultados da pesquisa foi a boa aceitação do jogo pelos professores, pois todos concordaram completamente quando questionados se utilizariam





o GeometrIA em situações de ensino como estudo dirigido, atividades remotas, atividades extraclasse, dinâmicas e outros.

Os resultados indicam que a IA pode transformar o ensino ao facilitar a personalização e o acompanhamento em tempo real das dificuldades dos alunos. Observe-se que a aplicação da Geometria resultou em maior aprendizagem de conceitos, engajamento e motivação de alunos, reforçando o papel dos recursos digitais como potencializadores da aprendizagem significativa

Como trabalho futuro, pretende-se aprimorar a rede neural utilizando uma técnica de esqueletização de imagem para extrair a representação da topologia do sólido geométrico e, assim, realizar um novo treinamento a fim de melhorar o reconhecimento do sólido e possibilitar uma melhor interação com o usuário.

Os achados da pesquisa nos permitem sugerir que a implementação de IA em recursos educacionais deve se expandir para além de jogos, incluindo plataformas de aprendizagem personalizadas e assistentes virtuais. Isso possibilitará uma aprendizagem contínua e adaptativa, crucial para o desenvolvimento de competências homologadas ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 4) e às exigências da cultura digital contemporânea.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

BADIN, Enauara; BORDIGNON, Marieli; AGOSTI, Cristiano. Inteligência artificial aplicada ao ensino de expressões algébricas: sistema tutor inteligente PAT2Math. **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 8, n. 1, p. 61-68, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/acet/article/view/12666/pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, LDA, 2011.

COSTA, Nielce Meneguelo Lobo da; PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito. A Integração das Tecnologias Digitais ao Ensino de Matemática: desafio constante no cotidiano escolar do professor. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 8, n. 16, 6 nov. 2015.

FAVA, Rui. **Trabalho, Educação e Inteligência Artificial: a era do indivíduo versátil**. Porto





Alegre: Penso, 2018.

FERNANDES-SOBRINHO, Marcos. **Temas sociocientíficos no Enem e no livro didático: limitações e potencialidades para o ensino de Física.** 2016. Tese de Doutorado. UnB. Disponível em: http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/21065?locale=pt_BR. Acesso em: 28 out. 2024.

FERNANDES-SOBRINHO, Marcos. Riscos e Desafios da Inteligência Artificial a Direitos Humanos e Fundamentais no contexto brasileiro atual. **Revista Jurídica Direito & Realidade**, v. 107, p. 107-124, 2023. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/direito-realidade/article/view/3212>. Acesso em: 28 out. 2024.

FERNANDES-SOBRINHO, Marcos; FERNANDES, Paula Silva Resende. Inteligência Artificial Generativa, Educação e o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4 (ODS 4): riscos, possibilidades e potencialidades. In: XVI Reunião Regional da ANPEd/Sudeste), 2024, Vitória/ES. **Anais [...]**. (no prelo).

FONSECA, Maria da Conceição F. R. *et al.* **O ensino de Geometria na escola fundamental: Três questões para formação do professor das séries iniciais.** Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

LUDERMIR, Teresa Bernarda. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 101, p. 85-94, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/185035>. Acesso em: 20 mar. 2023.

MARQUES, Vanessa Dummer; CALDEIRA, Claudia Rosana da Costa. Dificuldades e carências na aprendizagem da Matemática do Ensino Fundamental e suas implicações no conhecimento da Geometria. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 403–413, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/851>. Acesso em: 20 jul. 2023.

MORAN, José Manuel; MASSETO, Marcos; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 21ª ed. São Paulo. Papyrus. 2013.

MOREIRA, Marco Antonio; MASINI, Elcie F. Salzano. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel.** 2ª ed. São Paulo: Centauro, 2006.

ORANGE, Carlos Benjamin Gomes Pires Ramos; SANTANA, Agnes Liliane Lima Soares de; PESSOA FILHO, Peron Bezerra; COIMBRA, Waldemar Junior Dias; COSTA, Claudilene Gomes da. Os softwares como ferramenta auxiliadora no processo de ensino aprendizagem da matemática. In: V CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Editora Realize (publicação digital), 2018. **Anais[...]**. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD1_SA13_ID7707_10092018132754.pdf. Acesso em: 20 jul. 2023.

PERRY, Gabriela T. *et al.* Necessidades específicas do design de <http://doi.org/10.53628/emrede.v11i.1102>

ISSN 23596082

Esta obra está licenciada sob
uma Licença *Creative Commons*





jogos educacionais. **SBGames 2007**, p. 7-9, 2007. Disponível em:

<https://www.sbgames.org/papers/sbgames07/artanddesign/short/ads2.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2023.

SANTOS, Anderson Oramisio. Contextualização: conceitos e possibilidades de saberes no ensino de matemática nos primeiros anos do ensino fundamental. **Cadernos da FUCAMP**, v. 13, n. 18, p. 104-108, 2014. Disponível em:

<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/313>. Acesso em: 20 jul. 2023.

TAULLI, Tom. **Introdução à Inteligência Artificial: Uma abordagem não técnica**. Novatec. Editora, 2020.

UNESCO. **Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura**. 2014.

VERASZTO, Estéfano Vizconde; BAIÃO, Emerson Rodrigo; SOUZA, Henderson Tavares de. **Tecnologias educacionais: aplicações e possibilidades**. Curitiba: Appris, 2019.

VILARINHO, Lúcia Regina Goulart; LEITE, Mariana Pinho. Avaliação de jogos eletrônico para uso na prática pedagógica: ultrapassando a escolha baseada no bom senso. **Renote**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, 2015. DOI: 10.22456/1679-1916.57587. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/57587>. Acesso em: 14 dez. 2024.

