

## Uso de Jogo Digital em Aula de Matemática: um desafio para engajar os alunos no aprendizado

### Using a Digital Game in Math Class: a challenge to engage students in learning

*Adriana Barbosa Santos<sup>1</sup>*

*Ana Carolina Marques Magnani<sup>2</sup>*

*Linara Stefani Facini<sup>3</sup>*

*Fabiana Dordan<sup>4</sup>*

*Thales Cândido Rosa<sup>5</sup>*

#### RESUMO

Jogos digitais como ferramenta pedagógica contribuem para a compreensão de conceitos matemáticos inerentes a diversas atividades do mundo contemporâneo. Este artigo explora o jogo “Torre de Hanoi” (TH) digital em aula de matemática, destacando seu potencial para construção de conhecimento sobre progressão geométrica. Neste estudo são apresentadas evidências empíricas acerca da percepção e sentimentos de alunos do ensino médio, diante da proposta de uso do jogo TH digital para aprender matemática. Métricas referentes ao desempenho dos alunos no jogo e ao aprendizado destes mediante uma intervenção escrita foram analisadas. Resultados evidenciam sinais positivos de que o jogo digital impõe desafios e estimula os alunos em aulas de matemática. As métricas de desempenho derivadas da utilização do jogo indicam falta de habilidade de elaboração de estratégias efetivas para avançar de nível. Sexo feminino avançou de forma mais efetiva no jogo que masculino, fornecendo evidência de influência do sexo no desempenho.

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista - Unesp. Email: [adriana.barbosa@unesp.br](mailto:adriana.barbosa@unesp.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4076-2475>.

<sup>2</sup> Universidade Estadual Paulista - Unesp. Email: [a.velasques@unesp.br](mailto:a.velasques@unesp.br). ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2240-6393>.

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista - Unesp. Email: [linara.facini@unesp.br](mailto:linara.facini@unesp.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6461-4966>.

<sup>4</sup> Professora da Escola Pública Paulista. Email: [fabianadordan@hotmail.com](mailto:fabianadordan@hotmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0270-6506>.

<sup>5</sup> Desenvolvedor de software. Email: [thalescandidorosa@gmail.com](mailto:thalescandidorosa@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0270-6506>.



**PALAVRAS-CHAVE:** Estratégia, Progressão Geométrica, Desempenho, Educação Matemática.

## **ABSTRACT**

Digital games as a pedagogical tool contribute to the comprehension of mathematical concepts involved in several activities in the contemporary world. This article explores the use of the digital "Tower of Hanoi" (TH) game in the math class, highlighting its potential for construction of knowledge about geometric progression. The aim is to discuss empirical evidence related to the perception and feelings of high school students towards the utilization of the digital TH game to learn mathematics. Besides, metrics on student performance are analyzed, as well as student learning after written intervention is examined. According to the results, outcomes considering the usage of digital game to challenge and engage students in mathematics classes. The Performance metrics reveal a deficiency in developing strategies for advancing levels. Females advanced more effectively in the game than males, providing evidence of gender influence on performance.

**KEYWORDS:** Strategy, Geometric Progression, Performance, Math Education.

## **Introdução**

Os avanços nas tecnologias digitais trouxeram uma nova dinâmica nas relações interpessoais, na forma de comunicação e no acesso à informação, gerando um impulso significativo na difusão de conhecimento em todos os níveis da formação acadêmica. Embora as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) estejam oficialmente presentes nos planos pedagógicos da educação básica, visando criar um ambiente educacional mais motivador, Fernandes e Silveira (2019, p.6) destacam que o uso de ferramentas tecnológicas com funções pedagógicas ainda avança lentamente no Brasil, não obstante, as tecnologias existentes e disponíveis em muitas escolas possibilitem “adquirir, organizar, armazenar, analisar, relacionar, integrar, aplicar e transmitir informação”, quando aplicadas de forma efetiva.

A literatura destaca o uso de jogos digitais como uma ferramenta promissora para melhorar o aprendizado de conceitos básicos de matemática entre os alunos da geração digital – que convivem com a internet, com dispositivos móveis e com mídias sociais como parte integrante de seu cotidiano. A motivação e o engajamento são benefícios do emprego de jogos digitais na educação básica, tornando o aprendizado de matemática mais interessante e prazeroso ao aliar aprendizagem e entretenimento (Kirnew et al., 2019). Os jogos digitais oferecem situações desafiadoras que abrangem raciocínio lógico, geometria, estatística, álgebra, entre outros pontos, favorecendo a resolução de problemas (Ruggiero; Green, 2017; Ramos; Rocha, 2019). Além disso, os jogos propiciam ampliar o protagonismo do aluno como tomador de decisões, assumindo riscos e desenvolvendo habilidades individuais na busca pela vitória. Isso reforça uma abordagem ativa em que o professor não é o principal detentor do conhecimento (Teixeira; Apresentação, 2014).

No bojo das discussões metodológicas para aumentar a eficiência e melhorar a contextualização dos conceitos matemáticos, nota-se um aumento de publicações sobre as potencialidades do jogo “Torre de Hanói” (TH) (Reis; Barral, 2024). Em formato digital, o TH é ferramenta pedagógica para contextos variados do ensino e aprendizagem de alunos nativos digitais, explorando conceitos matemáticos que requerem algoritmos para a solução, como função exponencial, progressão geométrica e sequência recursiva (Páez et al., 2020; Breda et al., 2013). Neste sentido, Oliveira e Calejon (2016) reforçam que o TH agrega valor permitir explorar leis matemáticas relacionadas, bem como o desenvolvimento de habilidades mentais dos alunos, promovendo a capacidade cognitiva e estratégica, motivando-os na construção de conhecimento.

Este estudo apresenta evidências empíricas, ainda não examinadas em trabalhos, relacionadas ao desempenho de alunos do ensino médio de escolas públicas que tiveram pouco ou nenhum contato com o jogo TH físico ou digital em aula de matemática. O objetivo é discutir três aspectos principais: a percepção dos alunos e seus sentimentos frente a proposta de utilização do jogo TH digital como ferramenta pedagógica para ajudar a aprender matemática; as métricas referentes ao desempenho dos alunos no jogo; e o aprendizado dos alunos mediante uma intervenção escrita realizada para que construíssem seu próprio conhecimento, formalizando conceitos de progressão geométrica implícitos nas situações do jogo TH.

### **Jogo Digital como Catalisador de Aprendizagem**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) e os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCNs) (Brasil, 1998), documentos referenciais na educação brasileira, enumeram várias formas e atividades matemáticas como estratégia no ensino-aprendizagem, desde os anos iniciais do ensino fundamental até os anos finais do ensino médio. O uso dos jogos digitais é recomendado por estes serem considerados potencializadores dos processos de aprendizagem e estimuladores do raciocínio lógico e do desenvolvimento do pensamento crítico, entre outros benefícios. Os jogos digitais educativos são criados para facilitar os processos pedagógicos. Para Kishimoto:

[...] Embora alguns autores construam um conceito operatório de jogo, não discutem seu significado e utilizam o modelo heurístico sem questionar o jogo em si. É também, dentro do processo metafórico que se compreende a expressão jogo educativo. O brinquedo denominado quebra-cabeça torna-se um jogo educativo quando se lhe associa o ensino, quando se pretende ensinar formas geométricas de uma forma lúdica para manipulação desse objeto (Kishimoto, 1994, p.124-125).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática os jogos são:

Uma forma interessante de propor problemas, pois permitem que estes sejam apresentados de modo atrativo e favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução e busca de soluções. Propiciam a simulação de situações problema que exigem soluções vivas e imediatas, o que estimula o planejamento das ações; possibilitam a construção de uma atitude positiva perante os erros, uma vez que as situações se sucedem rapidamente e podem ser corrigidas de forma natural, no decorrer da ação, sem deixar marcas negativas. (Brasil, 1998, p. 46)

No contexto dos jogos, há uma linha tênue entre entretenimento e educação, pois alguns deles podem ser considerados tanto uma coisa quanto outra. O potencial educativo de um jogo fica evidente quando conteúdo educacional é incorporado de forma eficaz na discussão de algum tópico específico, possibilitando a criação de um ambiente de aprendizado envolvente para o desenvolvimento de habilidades e competências sociais ou emocionais. No ensino de matemática na educação básica, estudos recentes destacam o potencial dos jogos para o impacto cognitivo, emocional, comportamental, motivacional e social, com relevância no engajamento, protagonismo do aluno, aprendizagem colaborativa e senso de progressão e conquista, entre outros pontos (Santos; Prado, 2021; Santos; Rodrigues; Frei, 2021; Foster; Shah, 2020; Fernandes; Silveira, 2019; Silva; Silveira, 2019; Valente; Almeida; Geraldini, 2017; Savi; Ullbricht, 2008).

Teixeira e Apresentação (2014) afirmam que o uso de jogos como ferramenta educacional ajuda os alunos a compreenderem aspectos cruciais para a vida em sociedade (como responsabilidade, autonomia, senso crítico e trabalho em equipe), além de ensinar que na vida há vitórias e derrotas. Ramos e Rocha (2019) complementam, destacando benefícios como melhora na atenção, memorização, raciocínio lógico e desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas. Santos e Prado (2021) observam o crescente uso de jogos na educação matemática, fundamental para reduzir o estigma de que a matemática é difícil e monótona. Oliveira e Calejon (2016) enfatizam a importância de um ensino centrado no aluno, com mais autonomia e foco na construção do conhecimento, mediado pela tecnologia. Grando (2015) destaca a influência dos jogos digitais na formulação de hipóteses, estratégias de resolução, reflexão e registro das soluções, enriquecendo o processo de aprendizagem.

Paula e Valente (2016) ressaltam a necessidade urgente de modernização do processo educacional tradicional no Brasil, visando engajar os alunos e promover uma visão sistêmica do conhecimento, facilitada pelas novas tecnologias. Da mesma



forma, Novita e Herman (2021) destacam o potencial da tecnologia para influenciar as novas gerações, com mais motivação e envolvimento. E, ainda, ressaltam o papel crucial dos professores na integração da matemática em atividades práticas que ampliem a visão dos alunos sobre a aplicação dos conceitos na solução de problemas do cotidiano.

Ainda sobre a utilização de jogos digitais no ensino de matemática, percebe-se que há barreiras pedagógicas relativas ao processo avaliativo do progresso da aprendizagem dos alunos na educação básica, sobretudo, em escolas públicas (Paiva; Tori, 2019; Paula; Valente, 2016; Savi; UllbrichT, 2008). De fato, as escolas precisam se equipar com recursos tecnológicos para fins didáticos, entretanto, verificam-se outras barreiras didáticas, como a defasagem didática dos professores e a resistência à modernização metodológica (Pereira et al., 2019; Costa; Prado, 2015). Avaliar se os alunos atingem os objetivos propostos e ampliar a capacidade cognitiva e habilidades para resolver problemas não estruturados são desafios enfrentados pelos professores de matemática (Novita; Herman, 2021; Hamlaoui, 2021; Ruggiero; Green, 2017).

Há uma grande oferta de jogos disponíveis atualmente nas plataformas digitais direcionados à educação matemática. Especificamente, o jogo TH digital é uma adaptação do formato físico inventado em 1883 pelo matemático Édouard Lucas. Suas regras simples permitem que seja jogado individualmente ou em grupo, explorando a resolução de problemas e conceitos matemáticos, como função exponencial, progressões e sequência recursiva, tópicos abordados em aulas de matemática no ensino médio. Tratando sobre uma utilização efetiva do TH, Oliveira e Calejon (2016) discutem uma proposta metodológica para o aprendizado em quatro fases: ação, formulação, validação e institucionalização, abrangendo a apresentação do problema, construção do conhecimento, argumentação sobre a solução e intervenção docente. Assim, o conhecimento é construído de forma estruturada e sequencial, reduzindo as dificuldades enfrentadas pelos alunos em conteúdos que exijam a elaboração de algoritmos de solução.

Trabalhos relacionados usaram o TH, adaptado para dispositivos móveis, em atividades com alunos do ensino médio. Breda, Hummes e Vaderez (2013) examinaram as dificuldades que alunos do ensino médio manifestam para representação gráfica da função exponencial. Paéz et al. (2020) recorreram ao potencial do Big Data para explorar padrões de desempenho de alunos da educação básica que utilizaram o TH digital em sala de aula. Honrales (2022) usou abordagem

experimental para identificar a influência das cores no **design** dos elementos do jogo ao analisar métricas de desempenho dos alunos.

Neste contexto, este estudo investiga: qual a percepção e sentimentos dos alunos de uma escola pública acerca do uso de jogos digitais em aulas de matemática? Quais métricas de desempenho no jogo são influenciadas pelo perfil do jogador? Qual o impacto de uma intervenção escrita, realizada após os alunos interagirem com o jogo, no aprendizado de conceitos de progressão geométrica?

### **Método de Pesquisa**

Para obtenção dos dados empíricos deste estudo, adotou-se uma abordagem quantitativa quase-experimental, adequada para equilibrar validade externa e interna, ou seja, quando a aleatorização não é viável na seleção dos sujeitos, ou há limitações temporais durante a observação das variáveis de interesse, ou mesmo quando se deseja analisar de causa e efeito (Handley et al., 2018).

Alunos da Escola Técnica Philadelpho Gouvêa Netto em São José do Rio Preto/SP compuseram a amostra de estudo. Trata-se de uma escola pública de ensino técnico e médio que integra o Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), vinculado à Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI) do Estado de São Paulo. Historicamente, a escola apresenta índices educacionais satisfatórios no âmbito municipal, obtendo a melhor nota em matemática nas avaliações do SAEB. Na avaliação estadual SARESP 2022 obteve 342,5 de pontuação média em matemática.

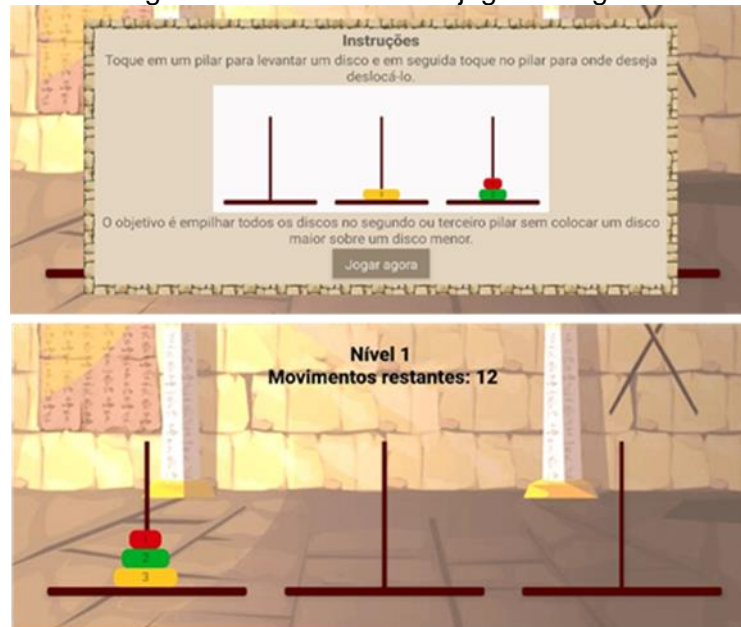
A pesquisa foi conduzida em junho de 2023, na forma de oficina interativa, sem a participação ativa do professor de matemática durante as atividades. Pretendeu-se explorar o jogo em sua totalidade, incluindo momentos de mediação pedagógica, quando necessário. O procedimento sugerido por Grando (2015) foi adotado: **i. Familiarização com o jogo** (os alunos pegaram seus smartphones e seguiram as instruções necessárias para fazer o download e instalação do aplicativo Torre de Hanoi digital); **ii. Reconhecimento das regras e identificação dos jogadores** (apresentação do jogo com breve histórico de sua origem, explicação das regras de movimentação das peças, leitura das regras pelos alunos na tela inicial do jogo (Figura 01), e preenchimento do formulário com dados básicos para identificação e registro de movimentação durante uso do jogo); **iii. O “jogo pelo jogo” - jogar para garantir regras** (os alunos realizaram uma partida modelo, para entender a dinâmica do jogo e o entendimento das regras); **iv. Intervenção pedagógica verbal** (esclarecimentos de dúvidas); **v. Registro do jogo** (iniciou o jogo com possibilidade de revisão da

estratégia, registrando o número de tentativas possibilitam analisar a habilidade de construção rápida de novas estratégias); **vi. Intervenção escrita** (pesquisadores formularam as situações do jogo e discutiram os conceitos sobre progressão geométrica, levando os alunos à construção da solução). Despertou-se, assim, um novo olhar para a aprendizagem matemática por meio do jogo.

### Detalhamento do Jogo

Uma versão digital do TH, como um aplicativo para dispositivos móveis, foi desenvolvida exclusivamente para esta pesquisa utilizando **Javascript** e **React Native**. Optou-se pela versão digital do TH por permitir acesso imediato ao jogo em qualquer dispositivo, sem necessidade do jogo físico, e pela possibilidade de obter um retorno imediato sobre os movimentos ou erros de cada jogador através de coleta de dados automatizada. O jogo TH digital evita movimentos errados, garantindo maior aproveitamento no aprendizado. Também, ajusta o número de discos conforme o nível, personalizando a experiência de aprendizagem e desafio. Foi definida uma restrição de número de movimentos, de modo que, quando o aluno atinge o limite, ele é direcionado ao reinício do jogo, exigindo mais atenção e mais estratégia. Dados são coletados para compor métricas de desempenho e explorar conceitos de progressão geométrica. Para tanto, serviços de armazenamento e consulta de dados Google Firestore foram utilizados. O jogo TH digital manteve as regras do jogo físico inventado em 1883 por Édouard Lucas e foi disponibilizado para dispositivos Android na Google Play Store (<<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.towerofhanoiapp>>).

Figura 01 - Tela inicial do jogo TH digital



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

O TH pode ser jogado por alunos desde o 6º ano do Ensino Fundamental II até o terceiro ano do Ensino Médio. Para estimular a melhora de atenção, reflexão, definição de estratégia, entre outros pontos que favorecem a resolução de problemas, foi estabelecido um máximo de duas tentativas de reinício do jogo em cada nível. Também foi definido um número máximo de movimentos – correspondente a pelo menos 50% do considerado como a quantidade de movimentos mínimos para se jogar. Essa definição foi necessária para fins de coleta de dados durante a aula, tendo em vista que o experimento precisava ser realizado dentro de 1 hora e 30 minutos. Além disso, como a restrição do número de movimentos aumenta o desafio do jogo, demanda-se do jogador planejamento e execução de cada movimento com maior cautela para alcançar o objetivo final, ou seja, visa-se também ensinar estratégias de resolução de problemas. A Figura 01 exibe imagens da tela inicial: uma com as instruções; e outra com a tela de início do jogo propriamente dito, no nível 1.

### A execução da atividade em sala de aula

A atividade planejada foi dividida em três etapas que envolveram os alunos do primeiro ano do ensino médio (EM) dos cursos técnicos de Edificações e Mecatrônica como participantes de pesquisa, uma vez que compõem uma amostra homogênea quanto ao perfil demográfico e acadêmico ( $n=63$ ). Considerando que as conclusões desse estudo serão generalizáveis apenas à população amostrada, pressupõe-se que o tamanho da amostra expresse a realidade no contexto de interesse.



Após a instalação do jogo para familiarização, os pesquisadores explicaram as regras básicas, a saber: 1. Transferir todos os discos de uma torre para a outra; 2. Transferir apenas um disco de cada vez; 3. Utilizar uma torre como auxiliar; 4. Posicionar discos maiores abaixo dos menores, nunca posicionar discos maiores sobre discos menores; e 5. Executar o mínimo possível de movimentos com os discos. Na sequência, os alunos se identificaram na tela inicial, utilizando apelidos, e passaram a jogar. Quando necessário, os pesquisadores realizaram intervenção verbal para ajudá-los. Duas etapas principais foram avaliadas.

### **Etapas 1: Experiência com o jogo**

A Figura 02 exibe imagens dos alunos jogando de forma imersiva. Após dez minutos de jogo, foi realizada uma breve avaliação sobre a percepção e sentimentos quanto à experiência de jogar na aula de matemática. A avaliação da atividade foi realizada por meio das perguntas objetivas relacionadas a sexo; idade; conhecimento prévio sobre o jogo; habilidades necessárias para vencer; grau de dificuldade em relação a outros jogos; e sentimento em relação à atividade em aula de matemática. Em seguida, os pesquisadores iniciaram uma intervenção escrita, explicando os conceitos matemáticos envolvidos com progressão geométrica e estimulando a participação para a construção do conhecimento. Foram abordados aspectos teóricos relativos à estratégia e a lógica da progressão geométrica, incluindo o cálculo do número mínimo de movimentos necessários para vencer o jogo em cada nível, explicado pela expressão dada em (1),

$$N = 2^p - 1 \quad (1)$$

onde  $N$  é o número de movimentos e  $p$  é o número de discos.

As variáveis respostas de interesse na etapa 1 foram: a quantidade de movimentos realizados durante a jogada pelo aluno; número de tentativas; nível alcançado; idade; sexo e curso. Respostas provenientes dos questionários de avaliação foram colhidas para compor as evidências empíricas da etapa subsequente.

Figura 02 - Alunos do 1º ano do EM durante a atividade em sala de aula



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

## Etapa 2: Aprendizado dos alunos

Nessa etapa, buscou-se evidências sobre a aprendizagem dos conceitos matemáticos do jogo discutidos com os pesquisadores na intervenção escrita. A avaliação da atividade foi realizada por meio das perguntas objetivas, descritas a seguir.

Q1: Você considera que atividades com jogos digitais em aulas de matemática estimulam a aprendizagem dos conceitos?

( ) Sim                      ( ) Não                      ( ) Talvez

Q2: Qual conceito matemático está implícito no jogo?

(a) Progressão aritmética    (b) Geometria            (c) Progressão geométrica

Q3: Qual o número mínimo de movimentos necessário para levar 4 discos da primeira torre para a última?

(a) 63                      (b) 16                      (c) 15

Q4: Se tivermos uma quantidade  $n$  de discos, qual é a fórmula para calcular o número mínimo de movimentos necessários para concluir o jogo?

(a)  $2^n - 1$     (b)  $3n$                       (c)  $n!$                       (d)  $n^2$

## Organização e análise dos dados

Foi realizada uma limpeza para assegurar a qualidade dos dados para análise dos resultados, identificando inconsistências e dados incompletos, e excluindo as piores jogadas para apurar o melhor desempenho de cada aluno dentro do tempo limite. Após organizar os dados em planilhas do MS Excel 2019, foi realizada uma análise univariada baseada em estatísticas descritivas, teste **t-Student**, teste qui-quadrado e gráficos básicos (Zar, 2018). Para os testes estatísticos, foi adotado o nível de significância de 5%, e os cálculos foram realizados pelo software Minitab ® 16.2.0.

## Resultados e Discussão

A Figura 03 exibe um infográfico com informações sobre a amostra. Dos 63 alunos da amostra, 38 (60,3%) são do gênero masculino e 25 (39,7%) do feminino, todos cursando o primeiro ano do ensino médio em escola pública, com idade entre 14 e 17 anos, sendo a média de 15 anos (desvio padrão de 0,5 ano).

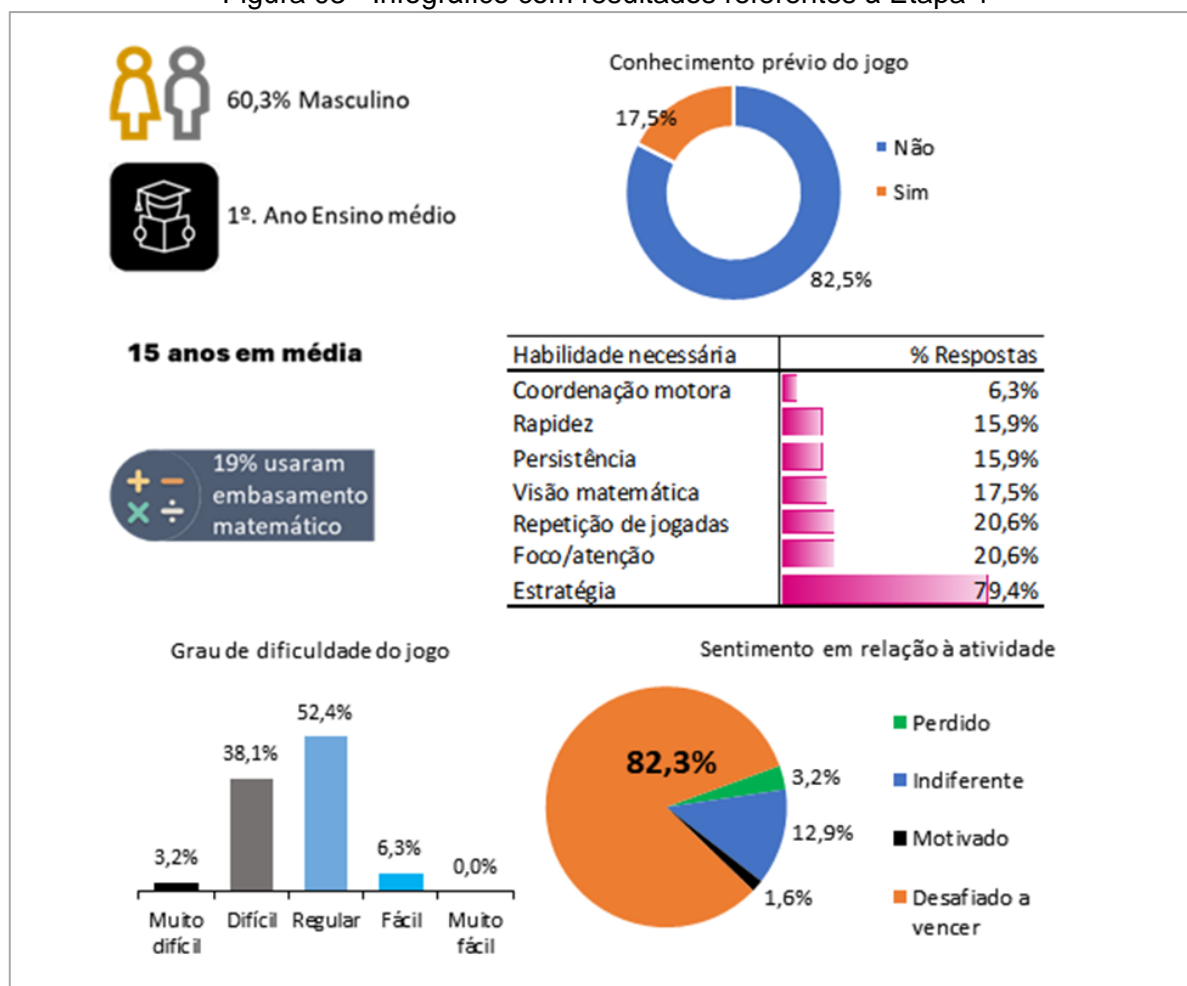
### A experiência dos alunos com o jogo

A percepção dos alunos e seus sentimentos frente ao jogo proposto foi analisada imediatamente após terminarem o jogo. Verificou-se que 82,5% dos alunos desconheciam o jogo. Para 79,4% das respostas, a estratégia é a principal habilidade necessária para vencer o jogo, sendo que “foco/atenção” e “repetição de jogadas” foram também valorizados pelos alunos, somando 20,6% das respostas (Figura 03).

O grau de dificuldade do jogo foi considerado entre “Regular” e “Difícil” para 80,5% dos alunos. Apesar disso, 82,3% sentiram-se “Desafiados a vencer”, enquanto uma pequena parcela que se sentiu “Indiferente” ou “Perdida, sem saber o que fazer” durante a atividade na aula de matemática. Adicionalmente, 19% dos alunos usaram algum embasamento matemático durante o jogo. Para Borges et al. (2021), a dificuldade em jogar ou entender a lógica por trás das jogadas configura parte do processo de aprendizagem e da superação de desafios.

Sentir-se desafiado a vencer reforça a proposta de trazer o aluno para um ambiente dinâmico de aprendizado, estimulante e interativo, possibilitando ao aluno construir conhecimento no seu ritmo, imerso, focado, tomando decisões, avaliando riscos, acertos e erros (Santos; Prado, 2021; Borges et al., 2021; Polya, 1995). Esses sinais positivos observados no desejo de vencer o jogo são condizentes com outros estudos, que destacam os prós e contras de jogos digitais educacionais, inclusive examinando mais especificamente a resolução de problemas (Ramos; Rocha, 2019; Savi; Ullbricht, 2008).

Figura 03 - Infográfico com resultados referentes à Etapa 1



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Sobre o desempenho no jogo, registros de variáveis quantitativas foram armazenados no aplicativo do jogo, como número de movimentos executados durante a jogada em cada nível; registro do número de tentativas reiniciando o jogo dentro do tempo limite imposto para desenvolver a atividade em sala de aula; e nível máximo alcançado no jogo. A Tabela 01 resume os resultados obtidos a esse respeito.

Tabela 01 - Resultados referentes ao número de movimentos realizados pelos alunos usando o jogo TH digital

Variável	n	Média	Mediana	Desvio padrão	cv	Mínimo	Máximo
Movimentos (Total)	63	35	37	18	51,5	7	95
Movimentos (Nível 2)	24	19,3	19	2,6	13,4	15	23
Movimentos (Nível 3)	34	40,6	41	4	9,9	32	47
Movimentos (Nível 4)	4	88,8	90	6,8	7,6	80	95

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Os alunos apresentaram desempenho homogêneo, com baixa variação no número de movimentos por nível (vide coeficiente de variação (cv) obtidos para o número de movimentos em cada nível). Verifica-se que, para os níveis 2 e 3, os valores mínimos ficaram muito próximos do número mínimo esperado (N=15 para 4 discos e N=31 para 5 discos). Apenas um dos alunos não completou a tarefa, o qual

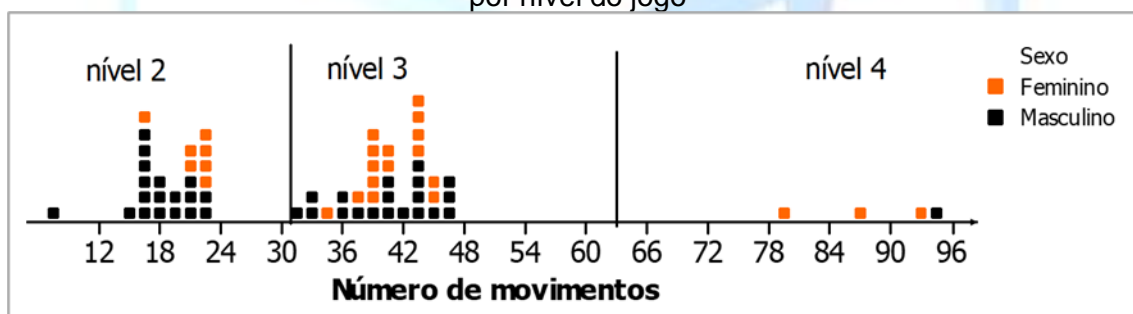


aparece em ponto isolado no gráfico. Apenas um aluno superou o nível 2 com 15 movimentos, sendo a média da turma de 19,3 movimentos (mediana de 19 e máximo de 23). No nível 3, o número de movimentos variou de 32 a 47, com apenas um aluno chegando próximo do mínimo. A média de 40,6 e mediana de 41 movimentos evidenciam medidas de tendência central próximas como resultantes do desempenho equilibrado nesse nível.

Quatro alunos alcançaram o nível 4 em 10 minutos, três deles do sexo feminino. O número de movimentos variou entre 80 e 95, com média de 88 e desvio padrão de 6,8. Para 6 discos, o número mínimo esperado era  $N=63$ . A Figura 04 ilustra a distribuição do número de movimentos.

Diante disso, fica evidente que, por não serem familiarizados com o jogo em si, as estratégias para resolução do problema não foram tão bem-sucedidas nessa situação, sendo o desempenho geral pouco satisfatório. Isso verificado quando se analisa um dos aspectos fundamentais: o quão próximo do mínimo ficou a quantidade de movimentos realizados em cada nível jogado.

Figura 04 - Gráfico de pontos (*dotplot*) referente à distribuição do número de movimentos por nível do jogo



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Referente às tentativas de reinício, a Tabela 02 resume o número de tentativas em cada nível, indicando o sucesso da estratégia adotada pelo aluno e a habilidade de mudança para usar outra maneira de jogar. Em face do *feedback* imediato do jogo TH digital, o aprendizado por seus próprios erros torna-se um gatilho para reflexão e revisão estratégica, em um processo cíclico, como discutem Paula e Valente (2016). À medida que se avança de nível, aumenta a necessidade de pensar estrategicamente na trajetória de movimentação dos discos. O reinício é sinal de que o jogador percebeu que sua trajetória precisaria ser modificada para conseguir finalizar a jogada.

Tabela 02 - Número de tentativas (reinício) do jogo no mesmo nível

Tentativas	Número de alunos		
	Nível 2	Nível 3	Nível 4
1	1	5	0
2	21	1	0
3	1	26	0
4 ou +	2	2	4
Total	25	34	4

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

## Aprendizado dos alunos

Na Etapa 2, os pesquisadores avaliaram o aprendizado dos conceitos matemáticos do jogo discutidos na intervenção escrita. A Tabela 03 contém as respostas aos questionamentos feitos aos estudantes como forma de ter um retorno imediato sobre a ação em sala, logo após a interação com o jogo.

Tabela 03 - Resultados referentes à avaliação do aprendizado

Questionamento	Resposta (%)
Q1: Jogos digitais em aulas de matemática lhe estimulam?	
Sim	47 (74,6%)
Não	0
Talvez	16 (25,4%)
Q2: Qual o principal conceito matemático implícito no jogo?	
PG	17 (27,9%)
Geometria	04 (6,6%)
PA	40 (65,6%)
Não respondeu	2 (3,2%)
Q3: Qual o número mínimo de movimentos com 4 discos?	
63	05 (7,9%)
16	38 (60,3%)
15	20 (31,8%)
Q4: Qual a fórmula para calcular o número mínimo de movimentos com $n$ discos?	
$2^n - 1$	13 (20,6%)
$3n$	08 (12,7%)
$n!$	20 (31,8%)
$n^2$	22 (34,9%)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Note que 47 dos alunos da amostra (74,6%) consideram que atividades com jogos digitais em aulas de matemática estimulam a aprendizagem. É importante salientar que nenhum deles respondeu negativamente e que 16 alunos (24,4%) acreditam que talvez estimule. Embora a atividade tenha despertado interesse, a intervenção escrita não contribuiu satisfatoriamente para uma construção conceitual consistente. Pelos resultados, o conceito de progressão, geométrica ou aritmética, ainda não estavam consolidados, uma vez que os alunos tinham estudado de maneira breve e sem aprofundamento tal conteúdo. Pelos resultados, parcela significativa de alunos (93,5%) assinalou o uso de PA ou PG, entendendo que o número de movimentos para certa quantidade de discos estaria associado a algum tipo de

progressão. Ainda como consequência da falha na assimilação do conceito discutido na intervenção escrita, apenas 20 alunos (31,8%) acertaram de imediato que seria  $N=15$  o número mínimo de movimentos para 4 discos. Referente ao entendimento da fórmula de cálculo, verifica-se que apenas 13 (20,6%) dos alunos acertaram que a resposta correta seria  $2^n - 1$ , enquanto 79,4% assinalaram outras opções de respostas.

### Influência do sexo

O teste **t-Student** foi aplicado para identificar se o sexo seria um fator de influência no desempenho dos alunos. A partir dele, não se constatou diferença estatisticamente significativa entre sexos quanto ao número médio de movimentos durante o jogo ( $P=0,067$ ). As meninas realizaram entre 16 e 93 movimentos enquanto jogavam, sendo a média de 40,8 e desvio padrão de 19,6. Metade delas ultrapassou 39 movimentos, com 3 alunas alcançando o nível 4. Os meninos se sobressaíram nos níveis iniciais do jogo. Eles executaram entre 15 e 95 movimentos, com média de 31,9 e desvio padrão de 15,76, com um aluno realizando o número mínimo de  $N=15$  movimentos no nível 2. A diferença entre os sexos foi estatisticamente significativa no nível 2 ( $P=0,021$ ) mas não no nível 3 ( $P=0,910$ ), em que a situação se revelou mais equilibrada em média e sem diferença significativa. Cabe destacar que apenas um aluno do sexo masculino alcançou o nível 4, realizando 95 movimentos. De fato, somente 4 alunos (6,3%) alcançaram o nível 4 com 6 discos em 10 minutos de jogo.

A análise comparativa relativa à avaliação da aprendizagem, revelou que a distribuição dos acertos variou de acordo com o sexo dos alunos que acertaram as questões Q2, Q3 e Q4. Fato observado, sobretudo para a questão referente ao número de movimentos para a situação do jogo com 4 discos. Nessa questão (Q3), de um total de 20 respostas corretas da turma, foram registradas 16 corretas (80%) pelos meninos e 4 corretas (20%) pelas meninas, evidenciando uma diferença estatisticamente significativa pelo teste qui-quadrado com  $P=0,029$ . No caso das questões Q2 e Q4, houve um equilíbrio no número de respostas corretas, sem evidência de diferença estatisticamente significativa ( $P=0,329$  e  $P=0,241$  respectivamente).

De forma geral, os resultados acima expostos reforçam a necessidade de mudança e reformulação na preparação dos alunos da geração digital. Espera-se que o embasamento matemático propicie ganho em comunicação, pensamento crítico, capacidade de resolver problemas não estruturados, que os alunos saibam realizar trabalho colaborativo, que assumam os prós e contras de suas decisões, entre outros

pontos (Ruggiero; Green, 2017; Santos; Rodrigues; Frei, 2021; Ramos; Rocha, 2019). Os resultados reforçam que atividades práticas com uso de jogos digitais podem reduzir algumas das barreiras atuais relativas à aceitação, à motivação e ao estímulo em aprender matemática, além de influenciar comportamentos e atitudes dos estudantes, aumentando sua motivação e envolvimento (Novita; Herman, 2021). Por outro lado, ainda se verifica resistência e dificuldade para implantar esse novo paradigma de ensino de matemática na maioria das escolas públicas brasileiras (Teixeira; Apresentação, 2014) - embora conste da BNCC o uso dos jogos digitais como estratégia para promover uma visão mais ampla do conhecimento. Ao abordar o uso de computador na resolução de problema Morelatti e Souza (2006) argumentam:

[...] o desenvolvimento de projetos de trabalho utilizando o computador se apresenta como uma possibilidade metodológica para a criação de ambientes construcionistas de aprendizagem, uma vez que permite uma aprendizagem por meio da participação ativa dos alunos. Permite ainda, a vivência de situações-problema, a reflexão sobre elas e a tomada de decisão. (Morelatti; Souza, 2006, p.268)

Vale mencionar que apenas agregar jogos no planejamento de aulas de matemática não irá garantir sucesso no processo de aprendizagem, nem propiciar construção de conhecimento. Para se ter engajamento, exploração segura, imersão, aprendizado colaborativo, feedback imediato, entre outros benefícios já destacados na literatura, é essencial que os jogos sejam usados de forma equilibrada, complementando outros métodos de ensino e aprendizagem. Isso é um desafio para os professores, que devem se manter atentos e atualizados sobre os avanços dos jogos digitais e do potencial destes como material pedagógico que gera transformação e construção de conhecimento nas aulas. Mais ainda, valorizando o protagonismo dos alunos nesse desenvolvimento intelectual, atuando como responsáveis pela criação de ambientes propícios para tal, interagindo e apoiando os progressos dos alunos (Pereira et al., 2019). Nesse sentido, Novita e Herman (2021) realizaram uma revisão da literatura em que abordam os benefícios da tecnologia digital para desenvolver uma melhor compreensão de conceitos matemáticos que integram atividades do cotidiano, bem como seus reflexos na aprendizagem. Os autores destacam que o uso de tecnologias digitais não suprime a presença dos professores em sala de aula, uma vez que esses devem atuar no planejamento e mediação para que a compreensão conceitual aconteça em consonância com o uso adequado da tecnologia.

Com base nos resultados do estudo, verificou-se que o grupo feminino avançou de forma mais efetiva no jogo do que o grupo masculino, revelando uma influência do



sexo. Diferenças de desempenho e percepção quanto ao sexo foram evidenciadas, em outra medida por Honrales (2020), ao analisar a habilidade de resolução de problema relacionada ao TH, abordando o efeito do sexo e das cores do cenário do jogo sobre o desempenho de estudantes. Resultados mais satisfatórios na capacidade de resolução de problemas foram identificados no grupo feminino, desde que não seja empregado excesso de cores.

### **Considerações Finais**

Em linha com o direcionamento da BNCC, este estudo sintetiza um conjunto de evidências empíricas relevantes para refletir sobre o potencial do jogo TH digital como ferramenta pedagógica em aulas de matemática. Ao envolver os alunos no aprendizado de conceitos matemáticos e priorizar o estímulo das habilidades necessárias para a resolução de problemas não estruturados através da utilização do TH digital, foi possível avaliar métricas de desempenho desses alunos atuando de forma imersiva em sala de aula, examinar a influência do sexo no aprendizado e analisar os resultados após uma intervenção escrita dos pesquisadores como parte do processo de construção de conhecimento. Cumpre destacar que o embasamento teórico que alicerça este estudo fortalece a proposta de que os jogos digitais estão abrindo caminhos para mitigar barreiras pedagógicas e emocionais identificadas em aulas de matemática.

A avaliação da percepção dos alunos foi valiosa para identificar o valor atribuído ao pensamento estratégico e ao desejo de vencer, apesar da dificuldade para avançar de nível. Neste sentido, os resultados obtidos para as métricas de desempenho estão em linha com a literatura, na medida em que evidenciam que os alunos têm dificuldade de estruturar uma sequência lógica para resolução do problema e em pensar estrategicamente para avançar de nível rapidamente quando não estão familiarizados com jogos como ferramenta pedagógica. Verificou-se a influência do sexo na efetivação de jogadas com maior número de discos, com destaque para sexo feminino. Sob outra perspectiva, presume-se que aspectos didáticos-metodológicos, reações emocionais de desinteresse e distanciamento dos alunos comumente vivenciados em aula de matemática, bem como resistência à aceitação de um professor diferente, entre outros, comprometeram esse processo de aprendizado de novos conceitos, mesmo com a intervenção escrita dos pesquisadores. Assim, a abordagem de pesquisa experimental empregada nesse estudo contribui para ressaltar que professores devem refletir sobre a experimentação para definir novos planos de atividades e espaços de ensino. Cabe explorar mais a integração do jogo

TH digital, como uma ferramenta eficaz para promover o aprendizado dos conceitos matemáticos nele implícitos.

A literatura que fundamentou o presente estudo é bastante atual e trata-se de um tema fértil para futuras pesquisas, que podem aprofundar a discussão aqui iniciada. A problematização das situações do jogo TH digital tem sido objeto de interesse em diferentes áreas, haja visto os ganhos de habilidades cognitivas obtidos com outros procedimentos que não apenas aqueles baseados em exercícios estruturados e na repetição de procedimentos.

## Referências

BORGES, Juliana Rosa Alves; OLIVEIRA, Guilherme Saramago; BORGES, Tatiane Daby de Fatima Faria; SAAD, Núbia dos Santos. Jogos digitais no ensino de matemática e o desenvolvimento de competências. **Revista Valore**. V.6, p.99-111, 2021. DOI: 10.22408/reva602021103999-111. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22408/reva602021103999-111>. Acesso em: 23 mai. 2023

BREDA, Adriana; HUMMES, Viviane; LIMA, Valderez. Torre de Hanói virtual e a construção do conceito de Função Exponencial no Ensino Médio. **Novas Tecnologias na Educação**, V.11, N.01, 2013. DOI: 10.22456/1679-1916.41693. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.41693>. Acesso em: 08 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Matemática. Ensino fundamental. Terceiro e quarto ciclos**. Brasília-DF: MEC/SEF, 1998.

COSTA, Nielce Meneguelo Lobo; 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, p.99-120, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/pedmat/article/view/1392/918>. Acesso em 12 mai. 2023.

FERNANDES, Julio Cesar Naves; SILVEIRA, Ismar Frango. Jogos digitais educacionais, práticas interdisciplinares e pensamento computacional: relações possíveis. **REnCiMa**. V.10, N.04, p.116-136, 2019. DOI: 10.26843/rencima.v10i4.2442. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26843/rencima.v10i4.2442>. Acesso em 05 abr. 2023.

FOSTER, Aroutis; SHAH, Mamta. Principles for Advancing Game-Based Learning in Teacher Education. **Journal of Digital Learning in Teacher Education**. V.36, N.02, p.84-95, 2020. DOI: 10.1080/21532974.2019.1695553. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1695553>. Acesso em: 02 jun. 2023.

GRANDO, Regina Célia. Recursos didáticos na educação matemática: jogos e materiais manipulativos. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**. V.5, N.02, p. 393-416, 2015. DOI: 10.36524/dect.v5i02.117. Disponível em: <https://doi.org/10.36524/dect.v5i02.117>. Acesso em: 12 set. 2023.

HANDLEY, Margaret A.; LYLES, Courtney R.; MCCULLOCH, Charles; CATTAMANCHI, Adithya. Selecting and Improving Quasi-Experimental Designs in Effectiveness and Implementation Research. **Annu. Rev. Public Health**. V.39, p.5–25, 2018. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-040617-014128. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-014128>. Acesso em 05 abr. 2023.

HAMLAOUI, Sihem. **Teachers' Resistance to Educational Change and Innovations in the Middle East and North Africa: A Case Study of Tunisian Universities**, In: Ouaisa, R., Pannewick, F., Strohmaier, A. (eds). Re-Configurations, p.171, 2021.

HONRALES, Cynthia. Improving Solving Problem Ability with Tower of Hanoi Puzzle. **Solid State Technology**, V.63, N. 02, p.204-219, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/362195052\\_Improving\\_Solving\\_Problem\\_Ability\\_with\\_Tower\\_of\\_Hanoi\\_Puzzle](https://www.researchgate.net/publication/362195052_Improving_Solving_Problem_Ability_with_Tower_of_Hanoi_Puzzle). Acesso em: 08 jan. 2024.

KIRNEW, Lisandra Costa Pereira; BIANCHINI, Luciane Guimarães Batistella; VENTURA, Luciana Michele; MAZZAFERA, Bernadete Lema. Jogos digitais no ensino da matemática: um estudo bibliométrico. **Revista Ciências & Ideias**, N.10, p. 107-118, 2019. DOI: 10.22047/2176-1477/2019.v10i3.1095. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22047/2176-1477/2019.v10i3.1095>. Acesso 15 ago. 2023.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. Jogo e a educação infantil. **Perspectiva**. N.22, p.105-128, 1994. DOI: 10.5007/%25x. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/%25x>. Acesso em 05 abr. 2023

MORELATTI, Maria Raquel Miotto; SOUZA, Luís Henrique Gazeta. Aprendizagem de conceitos geométricos pelo futuro professor das séries iniciais do Ensino Fundamental e as novas tecnologias. **Educar**. N.28, p. 263-275, 2006. ISSN 0104-4060.

NOVITA, Rita; HERMAN, Tatang. Digital technology in learning mathematical literacy, can it helpful? **Journal of Physics: Conference Series**. N.1776, 2021. DOI: 10.1088/1742-6596/1776/1/012027. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1776/1/012027>. Acesso em: 12 set. 2023.

OLIVEIRA, Sergiano G.; CALEJON, Laura M. C. O jogo Torre de Hanói para o ensino de conceitos matemáticos. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. V.7, N.4, p.149-156, 2016. DOI: 10.26843/rencima.v7i4.1194. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26843/rencima.v7i4.1194>. Acesso em 05 abr. 2023.

PAIVA, Carlos Alberto; TORI, Romero. Jogos Digitais no Ensino: Processos cognitivos, benefícios e desafios. In: **SBGAMES**, 16., 2017, Curitiba, PR, Brazil. Proceedings [...]. Curitiba: SBGames 2017. ISSN: 2179-2259.

PAULA, Bruno Henrique; VALENTE, José Armando. Jogos digitais e educação: uma possibilidade de mudança da abordagem pedagógica no ensino formal. **Revista Ibero-americana de Educação**. V.70, N.01, p. 9-28, 2016. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/296792159.pdf>. Acesso em 05 abr. 2023.

PAÉZ, John J.; LEON, Olga O.; COBOS, Juan J.; ROMERO, Jaime J. MARTINEZ, Elba E; BETANCUR, Jorge J. Use of Digital Tools to Promote Understanding of the Learning Process in the Tower of Hanoi Game, 2020. In: **The 4th International Conference on Big Data Research (ICBDR'20) (ICBDR'20)**, November p.27–29,



2020, Tokyo, Japan. ACM, New York, NY, USA, 4 pages. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3445945.3445950>. Acesso em 30 ago 2023.

PEREIRA, Isabel; RODRIGUES, Carina; COSTA, Sandro; FRANCISCO, Manuela; MINEIRO, Joana; PEDRO, Sónia; MAXIMIANO, Catarina; ESPERANÇA, Cláudio. Estratégias de active learning para uma aula ativa. *Interacções*. V. 15, N.52, p.52-65, 2019. DOI: 10.25755/int.19113. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.25755/int.19113>. Acesso em: 08 jan. 2024.

POLYA, George. *A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático*. Tradução e Adaptação de Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

RAMOS, Daniela Karine; ROCHA, Aline. As contribuições dos jogos cognitivos digitais para o aprimoramento da resolução de problemas. *Interacções*. N.50, p.141-154, 2019. DOI: 10.25755/int.18795. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.25755/int.18795>. Acesso em 12 set. 2023.

REIS, Larissa Almeida; BAIRRAL, Marcelo de Almeida. A Torre de Hanói digital em aulas online em uma disciplina da licenciatura em matemática. *VIDYA*, V. 44, N.01, p.1-18, jan./jun., 2024. DOI: 10.37781/vidya.v44i1.4621. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.37781/vidya.v44i1.4621>. Acesso em 12 set. 2023.

RUGGIERO, Dana; GREEN, Laura. Problem solving through digital game design: A quantitative content analysis. *Computers in Human Behavior*. v.73, p.28-37, 2017. DOI: 10.1016/j.chb.2017.03.024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.024>. Acesso em 12 set. 2023.

SANTOS, Adriana B.; RODRIGUES, N. S.; FREI, F. Aprendizagem colaborativa na resolução de problemas lógicos: experimento com estudantes de ensino médio utilizando um jogo digital. *REnCiMa*, v. 12, pp. 1-20, 2021. DOI: <10.26843/rencima.v12n4a13>. Acesso em: 31 jul. 2023.

SANTOS, Edivaldo Pinto; PRADO, Maria Elisabete Brisola Brito. O uso de jogos digitais no ensino da matemática: um estudo bibliográfico. *JIEEM*. V.14, N.03, p.287-293, 2021. DOI: 10.17921/2176-5634.2021v14n3p287-293. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17921/2176-5634.2021v14n3p287-293>. Acesso em: 26 jun. 2023.

SAVI, Rafael; ULLBRICHT, Vania Ribas. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *Renote*. Porto Alegre, V.6, N.01, 2008. DOI: 10.22456/1679-1916.14405. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22456/1679-1916.14405>. Acesso em 27 abr. 2023

SILVA, Daniel Moreira; SILVEIRA, Ismar Frango. As manifestações de *game design* nas pesquisas acadêmicas que relacionam os jogos digitais e o ensino e a aprendizagem de matemática: dez anos de estudos no Brasil. *REnCiMa*. V.10; N.4, p.20-38, 2019. DOI: 10.26843/rencima.v10i4.2449. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.26843/rencima.v10i4.2449>. Acesso em 27 abr. 2023.

TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza; APRESENTAÇÃO, Katia Regina dos Santos. Jogos em sala de aula e seus benefícios para a aprendizagem da matemática. *Revista Linhas*. V.15, N.28, p.302-323, jan./jun. 2014. DOI: 10.5965/1984723815282014302. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5965/1984723815282014302>. Acesso em 19 set. 2022.



VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; GERALDINI Alexandra Fogli Serpa. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, V.17, N.52, 455-478, 2017. DOI: 10.7213/1981-416x.17.052.ds07. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7213/1981-416x.17.052.ds07>. Acesso em 23 ago. 2022.

ZAR, Jerrold H. **Biostatistical analysis**. 5th Ed. Pearson Education, Incorporated, 2018, 960p.

Submetido em março de 2024

Aceito em agosto de 2024

