

TRIÂNGULOS E ESTABILIDADE ESTRUTURAL: UMA ABORDAGEM LÚDICA COM *POLY BRIDGE*

João Adolfo Cavalcanti Coelho¹

Sumaia Almeida Ramos²

RESUMO

O uso de jogos digitais no ensino de matemática para crianças e adolescentes configura-se como um desafio, mas também como uma oportunidade de tornar a aprendizagem mais significativa e conectada à realidade dos estudantes. Com base nessa perspectiva, este trabalho tem por objetivo apresentar uma proposta didática utilizando o jogo digital *Poly Bridge* como ferramenta pedagógica para o ensino da rigidez geométrica dos triângulos. O referencial teórico fundamenta-se nos estudos de Kenski sobre tecnologias digitais na educação e nas contribuições de Kishimoto e Miranda sobre o uso de jogos em sala de aula, com foco no ensino de Matemática. A pesquisa, de natureza qualitativa, foi realizada com 35 estudantes do 7º ano da rede municipal de ensino de Petrolina-PE. A proposta didática foi aplicada em três aulas e os estudantes organizados em grupos visualizaram o jogo projetado no quadro. Cada grupo foi desafiado a elaborar uma representação de uma ponte capaz de suportar a travessia de um veículo. Enquanto um grupo construía a ponte no ambiente virtual do jogo, os demais observavam e estabeleciam estratégias, esboços e ideias de como resolver aquele desafio. A coleta de dados ocorreu por meio do registro escrito dos estudantes e observação do pesquisador. A análise foi conduzida com base na análise de erros e estratégias e nos campos conceituais de Vergnaud. Os resultados indicam que o uso de jogos digitais pode favorecer o engajamento dos alunos e a construção do conhecimento, promovendo um ambiente interativo e dinâmico para a aprendizagem de Matemática. Conclui-se que os jogos digitais ampliam a motivação dos estudantes e contribuem para a internalização de conceitos abstratos, tornando o processo de aprendizado contextualizado.

Palavras-chave: Ensino de Matemática, Tecnologias Digitais, Jogos, Ensino Fundamental.

INTRODUÇÃO

Quando falamos da Matemática também precisamos citar os desafios relacionados à motivação dos alunos em aprendê-la e em como apresentar conexões entre os conteúdos e situações do cotidiano. É notável que, durante as práticas de sala de aula, surgem questionamentos relacionados a possíveis aplicabilidades daquele conceito que está sendo trabalhado pelo professor e essa realidade evidencia a importância de repensar estratégias

¹ Graduado pelo Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado de Pernambuco - UPE, joaoadolfocoelho95@gmail.com;

² Mestre pelo Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) da Universidade Federal do Vale do São Francisco - Univasf, sumaiaramos@edu.petrolina.g12.br ;



metodológicas que aproximem os conteúdos da Matemática da vivência cotidiana dos estudantes. Nesse cenário, o uso de tecnologias digitais e de jogos podem ser uma estratégia capaz de tornar o processo de aprendizagem mais dinâmico, interativo e significativo.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), documento que orienta a educação básica no Brasil, enfatiza a importância da contextualização e da articulação dos conteúdos com as práticas relacionadas ao contexto do aluno, de forma a promover uma aprendizagem significativa. No caso da Matemática, a BNCC propõe que os estudantes não apenas dominem procedimentos considerados mais procedimentais, mas também compreendam conceitos, construam estratégias de resolução de problemas e reconheçam a aplicabilidade da disciplina em diferentes situações do mundo real.

Entre as habilidades previstas para o 7º ano, essa prática está relacionada com a habilidade “(EF07MA25) Reconhecer a rigidez geométrica dos triângulos e suas aplicações, como na construção de estruturas arquitetônicas (telhados, estruturas metálicas e outras) ou nas artes plásticas” (Brasil, 2018, p. 311).

O uso de jogos no ambiente educacional proporciona um ambiente dinâmico e lúdico onde os alunos podem testar, errar, acertar e aprender de uma forma mais dinâmica e engajada, além disso “usar a tecnologia dentro da sala de aula também ajuda o estudante a vê-la não só como uma ferramenta de entretenimento e distração, mas como um instrumento de estudo, trabalho e pesquisa” (Miranda, 2020, p. 47).

Para trabalhar essa habilidade, ao invés de apenas citar exemplos, a ideia era de que os alunos pudessem utilizar essa propriedade de forma prática, sendo assim, com base em experiências anteriores como uso de jogos e outras tecnologias foi escolhido o uso do jogo *Poly Bridge* para mobilizar os conceitos presentes nesse conteúdo.

O jogo *Poly Bridge* simula construções de pontes, com alguns recursos e permite que os alunos manipulem a geometria e os materiais, auxiliando na compreensão e consolidação do conceito de rigidez estrutural dos triângulos, visto que são fundamentais na construção de estruturas devido à sua estabilidade. A experiência prática com o jogo facilita a compreensão desse princípio e suas aplicações.



Nesse caso, a ideia é que os alunos utilizem o jogo *Poly Bridge* para explorar, de forma prática e interativa, o conceito de rigidez geométrica dos triângulos e suas aplicações. Assim, seria propiciado aos estudantes uma oportunidade de tentar compreender como a rigidez dos triângulos contribui para a estabilidade e resistência de estruturas das pontes, associando os conceitos a uma aplicação real.

REFERENCIAL TEÓRICO

Durante toda a história o mundo passou por diversos períodos de inovações que impactaram diretamente na vida de todos, como a Revolução Industrial que mudou drasticamente a maneira como as linhas de produção funcionam e influenciou diretamente na vida das pessoas, tanto no âmbito profissional quanto no pessoal. Nesse sentido é notório o surgimento de um novo período revolucionário com uma migração de um mundo mais analógico se tornando cada vez mais digital, graças ao surgimento do computador, da internet, do celular, e mais recentemente da Inteligência Artificial (IA) generativa (FAVA, 2025).

Com base nessa perspectiva, é possível observar que as transformações tecnológicas das últimas décadas impactaram diretamente as formas de ensinar e aprender. Kenski (2007) destaca que a educação e as tecnologias são indissociáveis, uma vez que a escola, como instituição social, sempre esteve permeada por recursos tecnológicos, desde o livro e o quadro de giz até as ferramentas que utilizamos atualmente, como o projetor e o computador.

Ainda segundo a autora, a introdução de novas tecnologias não representa apenas a inserção de ferramentas no espaço escolar, mas implica na prática do professor, na visão do conteúdo e até na compreensão do aluno. Ela ainda cita que as novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)

trouxeram mudanças consideráveis e positivas para a educação. Vídeos, programas educativos na televisão e no computador, sites educacionais, softwares diferenciados transformam a realidade da aula tradicional, dinamizam o espaço de ensino-aprendizagem, onde, anteriormente, predominava a lousa, o giz, o livro e a voz do professor. (KENSKI, 2007).

Quando falamos do jogo *Poly Bridge* devemos também compreendê-lo como algo



que vai além de algo relacionado a lazer e trabalhar com a ideia de utilizá-lo como ferramenta de suporte ao processo de aprendizagem.

Segundo Kishsimoto (1994) o jogo deve ser compreendido como uma ferramenta que vai além da recreação, sendo um recurso pedagógico que pode promover aprendizagens significativas, melhorar a motivação dos alunos, e estimular processos de socialização, criatividade e raciocínio.

Teoria dos campos conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC), proposta por Gérard Vergnaud, demonstra ser extremamente importante para compreender como os alunos desenvolvem conhecimentos matemáticos com base nas situações de aprendizagem (MAGINA, et al, 2008).

Segundo Vergnaud (1990), não podemos reduzir um conceito a sua definição, pois quando tratamos da aprendizagem, esse processo ocorre a partir da apresentação de situações e resolução de problemas. Assim, compreender um conceito significa ser capaz de reconhecê-lo e utilizá-lo em diversos contextos, articulando teoria e prática.

Segundo Vergnaud (1990), um campo conceitual é um conjunto de situações, conceitos, relações e representações que se organizam em torno de uma mesma ideia matemática, e que só podem ser compreendidos de forma progressiva, ao longo de um processo de aprendizagem. Um campo conceitual (C) não é apenas um único conceito isolado, mas uma rede complexa que envolve, três princípios, S=Situações, I=Invariantes operatórios e R=Representações simbólicas, sendo:

S: problemas ou contextos nos quais o conceito é necessário para agir ou resolver.

I: conhecimentos implícitos que podem ser utilizados pelo sujeito, podendo ser classificados como teoremas-em-ação (o que o sujeito acredita ser verdadeiro) e conceitos-em-ação (categorias de pensamento mobilizadas para organizar a realidade).

R: Sistemas de signos (palavras, gráficos, fórmulas, diagramas, softwares, etc.) que permitem expressar e manipular os conceitos.



De acordo com Vergnaud aprender Matemática significa construir e mobilizar esquemas de ação dentro de diferentes campos conceituais. O aluno não domina um conceito apenas porque sabe sua definição, mas quando consegue usá-lo adequadamente em variadas situações (MAGINA et al, 2008).

Ainda segundo a TCC, quando falamos de definição estamos tratando da explicação rápida da temática, por exemplo, a definição que vem no livro didático e que não dá a oportunidade do aluno pensar e desenvolver estruturas mentais que auxiliam na aprendizagem. Ainda segundo a teoria, durante o processo de aprendizagem o aluno utiliza-se de diversos conhecimentos, onde esses conhecimentos podem ser operatórios ou não.

Para que um conhecimento seja definido como operatório, ele precisa fornecer ao estudante, maneiras para tratar, de forma imediata, a situação proposta. Quando falamos de um conhecimento não-operatório estamos tratando de um tipo que não fornece ao aluno condições de tratar, de forma imediata, a ação, nesse caso ele precisa de tempo para pensar, hesitar e até falhar, visto que ele se baseia em diversos esquemas que acabam gerando um certo conflito.

É importante ressaltar também que esse último conceito vem acompanhado de momentos de descoberta por parte do aluno e é com base nesses princípios que é possível utilizar-se dos registros escritos fornecidos pelos alunos e de seus relatos orais para tentar realizar uma transição, durante a prática, de um conhecimento não-operatório para um conhecimento operatório, utilizando a experiência no jogo aliado aos conceitos trabalhados.

É nesse ponto que o uso de jogos digitais como o *Poly Bridge* se mostra pertinente. Esse jogo coloca o aluno diante de situações-problema em que ele precisa construir pontes estáveis e funcionais, dentro do ambiente virtual, utilizando diferentes estratégias e estruturas geométricas. Para atingir esse objetivo, o estudante mobiliza conhecimentos prévios sobre polígonos e experiências em outros jogos, ao mesmo tempo, em que descobre, de forma experimental, que o triângulo é a figura que garante maior rigidez estrutural.



METODOLOGIA

Essa prática tem como objetivo compreender como os alunos desenvolvem e consolidam a noção de rigidez geométrica dos triângulos com o auxílio de um jogo. A análise focou na observação de como esse conceito foi observado e compreendido durante a utilização do jogo *Poly Bridge* em sala de aula, sendo que durante todo o processo, foram consideradas as estratégias elaboradas pelos discentes, as dificuldades e erros cometidos ao longo da experiência e as soluções encontradas para a resolução dos desafios propostos.

Do ponto de vista da abordagem do problema, caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, pois “considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 70). Essa perspectiva permite compreender o processo de aprendizagem de forma contextualizada, levando em conta as interações, as interpretações e as ações dos estudantes diante da atividade proposta.

A coleta dos dados foi realizada por meio de observações do docente durante as aulas, registros escritos feitos em uma sequência didática entregue aos alunos e buscando identificar nas falas dos alunos as dúvidas e percepções da experiência que surgiram ao longo da aula. Os registros escritos permitiram acompanhar o raciocínio dos estudantes e identificar os momentos em que ocorreram transformações em suas concepções sobre o tema.

Os dados foram analisados com base em uma divisão qualitativa, organizada conforme o que os alunos fizeram e como interagiram durante o jogo, com tudo isso registrado no material entregue, que continha perguntas para fazer o aluno pensar sobre todo o processo.

Inicialmente, foram observadas as maneiras de resolver os problemas, tentando entender como os alunos criaram soluções para os desafios, quais elementos geométricos usaram e como entenderam as consequências de suas escolhas no jogo. Depois, foram consideradas as dificuldades enfrentadas, que incluíram tanto problemas relacionados às



características geométricas envolvidas, quanto dificuldades, ligadas ao uso do ambiente virtual e à interpretação das simulações. Por fim, analisou-se a participação e colaboração entre os membros dos grupos, observando como a troca de ideias, os debates e as decisões em conjunto ajudaram na construção do conhecimento e no aprendizado.

Essa análise tem como base a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, principalmente na ideia de que o conhecimento surge da mobilização de esquemas de ação em situações importantes. Nesse sentido, buscou-se identificar conceitos em ação e teoremas em ação mobilizados pelos estudantes durante o uso do jogo como, por exemplo, a percepção de que o triângulo garante maior estabilidade estrutural em relação a outras figuras.

A metodologia adotada, portanto, teve como objetivo entender os processos envolvidos na construção do conhecimento matemático proposto, com base no pensamento e nas soluções encontradas pelos estudantes para a resolução dos problemas propostos. Assim, o foco esteve na análise das interações entre os alunos durante o planejamento e discussão de ideias, das estratégias de resolução elaboradas e das reflexões que surgiram durante os desafios, valorizando o erro, a experimentação e a reconstrução de estratégias como partes fundamentais da aprendizagem.

RESULTADOS:

A proposta foi desenvolvida com 35 de alunos do 7º ano com idades entre 12 e 13 anos, durante três aulas de 50 minutos cada, visando explorar conceitos de rigidez geométrica por meio de desafios matemáticos colaborativos. Para facilitar a aplicação da atividade, foi utilizado um notebook com o jogo *Poly Bridge* instalado e um projetor, que permitiu que todos os alunos acompanhassem em tempo real as construções realizadas pelos grupos. Como havia apenas um computador disponível, os estudantes foram organizados em pequenos grupos, de forma que todos pudessem participar ativamente da experiência.

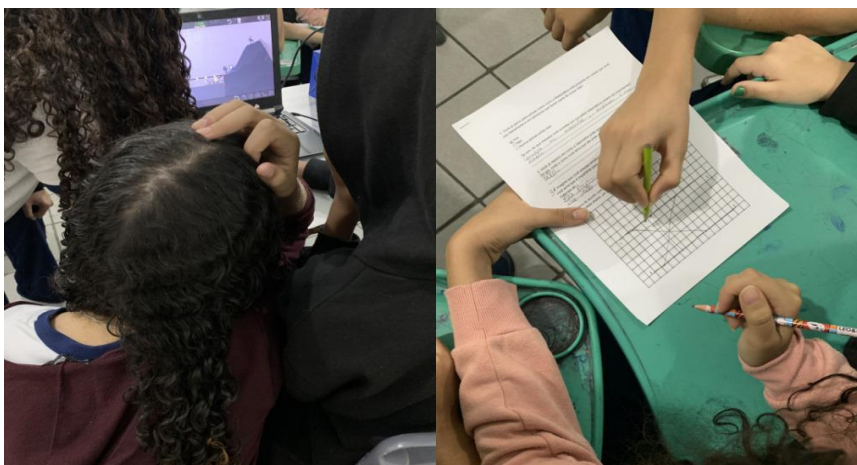
A coleta de dados ocorreu das respostas escritas pelos alunos na atividade entregue a eles, onde eles podiam incluir desenhos e descrições das pontes que idealizaram, bem como suas estratégias de resolução dos problemas e a partir de uma



observação direta, acompanhando o comportamento da turma, as falas mais significativas e os processos de tomada de decisão. Esses registros possibilitaram compreender não apenas os acertos, mas também os erros, considerados parte fundamental do processo de aprendizagem.

A aula foi conduzida em etapas. Em um primeiro momento, houve a apresentação do jogo, suas regras e principais mecânicas, além da entrega da sequência didática com algumas questões sobre conhecimentos prévios e outras que serviam para nortear a experiência. Em seguida, cada grupo, por meio de sorteio, foi designado para participar da construção de uma ponte em determinado nível do jogo. O grupo sorteado ficava responsável por manipular o jogo, enquanto os demais observavam atentamente e realizavam anotações na malha quadriculada que tinha no material entregue, conforme a figura 1.

Figura 1: Representações simbólicas por imagens digitais e escritas.



Fonte: acervo do autor

Nessas anotações, os alunos esboçaram suas próprias estratégias de construção, utilizando desenhos ou descrições de como elaboraram a ponte. As competências dos estudantes são observadas nas ações diante da situação de construir uma ponte, as concepções são observadas representações simbólicas como as escritas e as imagens digitais produzidas dentro do jogo sob comandos do estudante. Como mostra a figura 1.

Durante a execução, os grupos tiveram liberdade para experimentar diferentes combinações de estratégias e formas geométricas. Durante as tentativas, os alunos eram estimulados a refletir sobre as razões que levavam determinadas construções a falharem



e como isso poderia ser resolvido. Posteriormente os alunos registraram no material entregue os possíveis motivos para a construção ter falhado como pode ser observado na figura 2.

Figura 2: Questionário

5. Você já conhecia o jogo Poly Bridge?

☐ Sim, já joguei
☐ Sim, mas nunca joguei
☒ Não, nunca ouvi falar

6. Durante a construção da ponte no jogo, o seu grupo:

☐ Planejou previamente e seguiu o plano
☒ Fez várias tentativas e ajustes
☐ Tentou sem planejar muito

Descreva como foi o processo, destacando as estratégias que usaram:

A estratégia que a gente fez não deu certo, a gente pensou que o nosso modelo e da ponte para o carro passar

7. A ponte construída:

☐ Funcionou perfeitamente
☐ Funcionou, mas precisou de ajustes
☒ Não funcionou como esperado

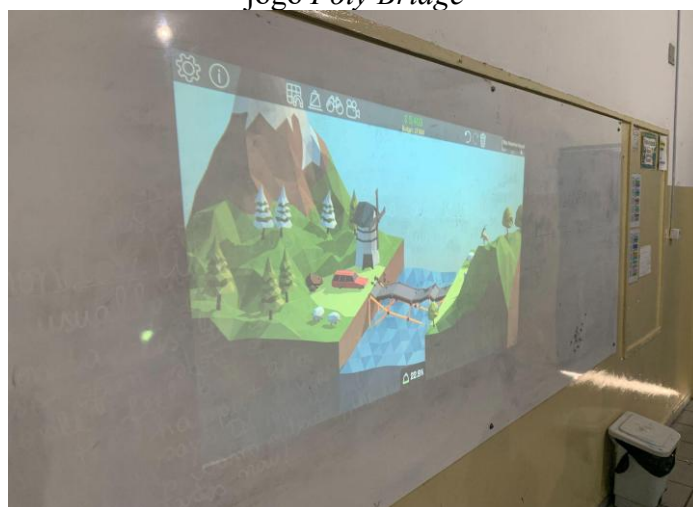
Explique os principais erros e como tentaram corrigi-los:

Erro em não fazer a estrutura parte o suficiente

Fonte: acervo do autor

Observando esses relatos podemos observar como o desconhecimento do conceito de rigidez do triângulo impactou na tomada de decisões e acabou levando os alunos a não atingir o objetivo dentro do ambiente do jogo. Conforme podemos observar na figura 3:

Figura 3: Representação da falha na estrutura da ponte construída pelo estudante no jogo Poly Bridge



Fonte: acervo do autor

Após esse momento de experimentação ocorreu a explanação do conteúdo, onde



se destacou a importância da presença dos triângulos como elementos de sustentação, promovendo momentos de reflexão coletiva e comparação entre as estratégias dos grupos. Em seguida, eles foram convidados a tentar novamente as fases em que não obtiveram sucesso, porém aplicando a ideia do uso de triângulos para na estrutura dada a sua propriedade de rigidez.

Em seguida, foi possível identificar nos relatos escritos dos estudantes respostas que demonstram a mobilização dos conceitos trabalhados como um dos grupos, que ao ser questionado sobre se o triângulo havia influenciado na estrutura e como ele achava que tinha influenciado ele respondeu: “*Sim, porque a estrutura fica mais rígida quando a gente usa o formato triangular*”.

É importante destacar que para mobilização desses conceitos se deu por meio de diversas situações didáticas relacionadas à construção da ponte, cada uma delas configurando um campo conceitual no sentido proposto por Vergnaud (1990). A cada novo nível de desafio, as situações exigiam dos estudantes a ampliação e a reorganização de seus esquemas de ação, convocando a compreensão de diferentes maneiras de compor triângulos e de reconhecer o papel dessas composições na rigidez e estabilidade estrutural da ponte.

No final do questionário, havia uma pergunta que convidava os estudantes a refletirem sobre como o jogo contribuiu, ou não, para o aprendizado. Um dos relatos destacou: “*É mais fácil de compreender, a gente saber que se constrói a maioria com forma triangular e que podíamos errar e tentar e traz algo bom para que a gente aprenda.*” Essa fala evidencia que o estudante articulou conceitos-em-ação relacionados à estrutura do triângulo, compreendendo o erro e a experimentação como partes construtivas do processo de aprendizagem.

Nesse sentido, o ambiente virtual do *Poly Bridge* permite ao aluno vivenciar, de maneira prática e lúdica, os princípios discutidos pela Teoria dos Campos Conceituais. A interação com o jogo favorece a construção de invariantes operatórios, como a ideia de que “o triângulo é indeformável” em oposição a outras figuras geométricas.

Portanto, a partir da perspectiva de Vergnaud, o *Poly Bridge* não se reduz a um



recurso motivacional, mas se constitui como um ambiente de aprendizagem no qual o aluno enfrenta situações que exigem mobilização de esquemas e construção de significados. Isso contribui para que o conceito de rigidez geométrica seja compreendido não apenas em sua dimensão abstrata, mas também em sua aplicação prática, contextualizada e significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa experiência evidencia que o uso do jogo Poly Bridge configurou-se como uma situação didática potente para a mobilização de conceitos relacionados à rigidez geométrica dos triângulos, possibilitando aos estudantes a construção de significados a partir da ação e da reflexão sobre suas próprias estratégias.

A partir da perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, observou-se que as situações vivenciadas no ambiente virtual promovam a articulação entre conceitos-em-ação e teoremas-em-ação, permitindo que os estudantes compreendessem, de forma contextualizada, o papel do triângulo na estabilidade estrutural das construções. O erro e a experimentação, nesse processo, mostraram-se elementos essenciais para o desenvolvimento de esquemas de ação mais elaborados.

Conclui-se, portanto, que a utilização do jogo como recurso pedagógico não se limita à função lúdica e motivacional, mas se apresenta como um ambiente de aprendizagem conceitualmente estruturado, capaz de promover reflexão, o diálogo e a construção coletiva do conhecimento matemático.

REFERÊNCIAS

FAVA, Rui. *IA Generativa na aprendizagem: a quinta revolução cognitiva e seu impacto na educação*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2025.

KENSKI, Vani Moreira. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação*. Campinas: Papirus, 2007.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. *O jogo e a educação infantil*. São Paulo: Pioneira, 1994.

MAGINA, Sandra et al. *Repensando adição, subtração: contribuições da teoria dos campos conceituais*. 3ª ed. São Paulo: PROEM, 2008.

MIRANDA, Janete Fonseca. *Jogos digitais educacionais: Uma possibilidade para ensinar*





e aprender probabilidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental. 2020. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Mestrado Profissional em Educação: Formação Docente Para A Educação Básica, Universidade de Uberaba, Uberaba, 2020.

VERGNAUD, G. La théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques, v. 10 n. 2-3, p. 133-170, 1990.

