

DA NEUROCIÊNCIA À EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: O USO DE JOGOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA VISÃO ESPACIAL

Júlio César Monteiro de Oliveira ¹

Kelen Berra de Mello²

RESUMO

A partir das ações desenvolvidas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), percebeu-se que os jogos, no ensino da Matemática, favorecem a motivação, a participação ativa dos estudantes e a construção de conhecimentos a partir da experimentação. Ainda percebeu que estudantes têm dificuldades de abstrair conceitos geométricos apenas com representações bidimensionais. Neste sentido, este artigo visa discutir como a utilização de jogos pedagógicos podem desenvolver a visão espacial, a partir da neurociência. A fundamentação teórica apoia-se em Stanislas Dehaene e na neurociência cognitiva, que postulam que a representação espacial e o raciocínio matemático compartilham bases neurais comuns, sendo a manipulação concreta um facilitador essencial para a aprendizagem. Metodologicamente, descreve-se a aplicação de jogos, especificamente quebra-cabeças de sólidos geométricos e o jogo The Genius Star, selecionados com o intuito de materializar conceitos abstratos. Os resultados consistem na análise das características pedagógicas desses materiais, demonstrando como a interação tátil desafia o estudante a realizar rotações mentais e previsões geométricas antes da montagem física, permitindo transitar da experiência concreta para a abstração formal. Conclui-se que o uso intencional desses artefatos não apenas diversifica as estratégias de ensino, mas fundamenta-se na necessidade cognitiva de interação espacial para a aprendizagem efetiva da geometria.

Palavras-chave: Ensino de Matemática, Visão Espacial, Neurociência Cognitiva, Jogos, PIBID

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do raciocínio geométrico, especificamente a visão espacial, constitui um dos pilares fundamentais para a formação matemática no Ensino Médio. No entanto, o ensino tradicional frequentemente esbarra em limitações didáticas. Conforme apontam Bispo e Assis (2021), os estudantes da educação básica apresentam dificuldades significativas no estudo da Geometria Espacial, principalmente no que se refere à visualização tridimensional a partir de representações planas. Essa lacuna na visualização pode gerar obstáculos não apenas na geometria, mas no desempenho matemático geral, contrariando as competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), que enfatiza a necessidade de interpretar e visualizar o espaço físico. Nesse contexto, a visão espacial não se resume à percepção visual direta, mas compreende a capacidade cognitiva de manipular

¹ Estudante da graduação em Licenciatura em Matemática no IFRS - Campus Caxias do Sul – julio.oliveira@caxias.ifrs.edu.br

² Doutora em Engenharia Mecânica - UFRGS. kelen.mello@caxias.ifrs.edu.br



mentalmente representações bidimensionais e tridimensionais, uma competência indispensável para a resolução de problemas geométricos.

Nesse sentido, a inserção de recursos didáticos manipuláveis, neste trabalho, caracterizados especificamente como jogos pedagógicos, e lúdicos surge como uma alternativa pedagógica potente. Pesquisas indicam que o uso de jogos no ensino favorece a compreensão conceitual e o engajamento dos estudantes nas atividades pedagógicas (Carvalho; Costa, 2025). Além do fator motivacional, o uso de materiais concretos possui respaldo cognitivo. Segundo Dehaene (1997), o cérebro humano utiliza circuitos neuronais originalmente voltados à visão e ao espaço para processar números e matemática abstrata. Isso sugere que estimular a capacidade de manipular objetos tangíveis fortalece as bases neurológicas necessárias para a numeracia.

A presente investigação origina-se no contexto do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Caxias do Sul, fruto da articulação entre a formação acadêmica e a prática docente. A justificativa para este estudo decorre das vivências no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), em que se diagnosticou na prática a dificuldade relatada na literatura: os estudantes travam diante da abstração geométrica. Buscando sanar essa demanda, utilizou-se o espaço da disciplina de Laboratório de Ensino de Matemática I para a seleção e análise de materiais tangíveis que pudessem auxiliar na superação desses obstáculos.

Dessa forma, este artigo tem por objetivo apresentar e descrever o potencial pedagógico de jogos físicos e materiais manipuláveis voltados ao desenvolvimento da visão espacial. Busca-se demonstrar como a materialização de conceitos abstratos, por meio de artefatos tangíveis, pode servir como ferramenta mediadora na construção do conhecimento geométrico.

O artigo estrutura-se apresentando inicialmente os pressupostos teóricos que embasam a relação entre visão espacial e aprendizagem matemática, seguido da descrição dos recursos selecionados (Kit de Sólidos Geométricos e The Genius Star) e a avaliação de suas potencialidades educacionais frente aos desafios observados no contexto escolar.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Antes de analisar os processos neurobiológicos da aprendizagem, é fundamental situar o conceito central deste estudo: a visão espacial. No âmbito da Educação Matemática, Bispo e Assis (2021) destacam que essa competência é definida como a habilidade de gerar, reter, recuperar e transformar imagens visuais bem estruturadas. Ela envolve processos cognitivos



complexos, como a rotação mental, a capacidade de girar um objeto na mente para compreendê-lo por diferentes ângulos, cuja base neural reside no lobo parietal (Dehaene, 1997). É essa habilidade que permite ao estudante olhar para uma figura plana na lousa e visualizar a estrutura tridimensional do sólido, uma competência essencial preconizada pela Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018).

A compreensão de como o cérebro humano processa conceitos matemáticos transformou-se profundamente a partir do final do século XX, impulsionada pelo avanço da neurociência cognitiva. Tradicionalmente, o ensino da matemática foca na linguagem e na simbologia, porém, estudos pioneiros como o de Dehaene (1997) trouxeram evidências de que as raízes da matemática são muito mais profundas e sensoriais. O autor argumenta que o cérebro humano não evoluiu originalmente para lidar com a matemática escolar formal; em vez disso, ele realiza um processo denominado "reciclagem neuronal". Isso significa que, para aprender matemática, o cérebro reaproveita circuitos neurais antigos, evolutivamente dedicados à visão e à navegação espacial.

Essa conexão intrínseca entre espaço e número implica que a abstração matemática não ocorre no vazio, mas apoia-se fortemente na capacidade de visualização. Dehaene (1997) argumenta que o "senso numérico" e a representação espacial compartilham bases neurais comuns. Portanto, quando um estudante manipula um objeto ou visualiza uma forma geométrica, ele está ativando as mesmas regiões corticais necessárias para o raciocínio matemático abstrato. Isso corrobora a hipótese de que a visão espacial não é apenas uma habilidade acessória, mas um pré-requisito central para a competência matemática (numeracia).

Complementarmente, pesquisas sobre o desenvolvimento cognitivo infantil reforçam a importância da manipulação concreta. Spelke (2011) identifica que a cognição humana possui sistemas de "conhecimento nuclear" (*core knowledge*), sendo um deles especializado justamente na análise de formas e na física de pequenos objetos manipuláveis. A geometria formal, ensinada na escola, constrói-se sobre essas intuições espaciais preexistentes. Dessa forma, a utilização de jogos e materiais tangíveis em sala de aula não serve apenas como ilustração, mas atua como uma "âncora cognitiva", permitindo que o estudante recrute esses sistemas visuais naturais para dar significado aos conceitos abstratos de volume, área e posição, superando as barreiras impostas pela representação puramente bidimensional.

3. METODOLOGIA



A presente pesquisa caracteriza-se como de natureza qualitativa e descritiva, sobre a análise de recursos didáticos para o ensino de matemática. O trabalho foi desenvolvido no âmbito do curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS) - Campus Caxias do Sul, integrando conhecimentos da disciplina de Laboratório de Ensino de Matemática I.

O percurso metodológico originou-se das observações de campo realizadas pelos bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) em uma escola estadual parceira, onde se diagnosticou a dificuldade dos estudantes em relação à visualização espacial. A partir dessa demanda, estruturou-se um plano de ação focado na seleção e análise de materiais concretos:

1. Fundamentação e Critérios de Escolha: Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico focado na neurociência cognitiva, definindo qual jogo seria avaliado, que poderia possibilitar a manipulação tátil e envolvesse conceitos da geometria.

2. Escolha dos jogos no Laboratório de Matemática: Em vez da confecção de novos artefatos, optou-se pela investigação do acervo já existente no Laboratório de Matemática do IFRS. Identificou-se que o laboratório possui uma coleção de materiais manipuláveis produzidos pelo Laboratório de Fabricação Digital (FabLab) da instituição. Realizou-se então a seleção, dentre esses produtos disponíveis, de dois recursos que atendiam aos critérios pedagógicos estabelecidos para o desenvolvimento da visão espacial: o "Kit de Sólidos Geométricos" (focado em conceitos da geometria) e o jogo "The Genius Star" (focado no estímulo da Visão Espacial).

3. Avaliação Pedagógica: A etapa final consistiu na avaliação dos jogos selecionados (quebra-cabeças de sólidos e The Genius Star), verificando suas potencialidades didáticas à luz da teoria de Dehaene e Spelke. O foco recaiu sobre como esses objetos específicos, produzidos via fabricação digital, poderiam atuar como mediadores cognitivos para superar as dificuldades observadas no PIBID.

Dessa forma, os procedimentos metodológicos centraram-se na intencionalidade pedagógica da escolha, demonstrando como recursos tecnológicos já disponíveis na instituição podem ser ressignificados para sanar demandas reais da sala de aula.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curadoria realizada no acervo do Laboratório de Matemática resultou na seleção e análise de dois recursos didáticos complementares para o desenvolvimento da visão espacial:



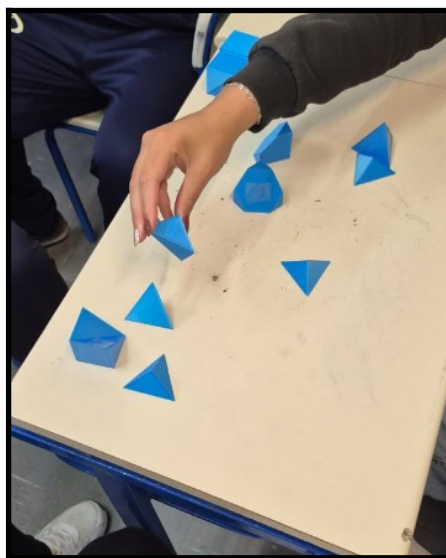
um focado na manipulação tridimensional e outro no planejamento bidimensional. A seguir, apresentam-se as análises pedagógicas e neurocognitivas de cada material.

4.1. Kit de Sólidos Geométricos: Explorando a Tridimensionalidade

O primeiro recurso selecionado foi o "Kit de Sólidos Geométricos Decomponíveis". Estes artefatos, originalmente manufaturados pelo FabLab utilizando impressão 3D em Ácido Polilático (PLA) por meio de impressão 3D, material escolhido por sua durabilidade e leveza. O kit é composto por prismas e pirâmides que se dividem em duas ou mais peças, conectáveis por fitas dupla face, permitindo a montagem e desmontagem repetida sem desgaste excessivo.

A aplicação pedagógica deste material ocorreu no âmbito das atividades do PIBID, junto a uma turma de estudantes do Ensino Médio. A atividade foi planejada como uma intervenção introdutória, com duração aproximada de 30 minutos, antecedendo a aula teórica formal sobre prismas. A estratégia consistiu em apresentar aos estudantes o desafio de reconstruir os sólidos a partir de seus fragmentos. Ao receberem as peças desmontadas, os estudantes precisaram investigar a geometria das faces e arestas para deduzir o encaixe correto e, assim, formar o sólido completo.

Figura 1: Kit de Sólidos Geométricos.



Fonte: Os autores (2025).

Essa dinâmica de "quebra-cabeça tridimensional" revelou-se fundamental para o engajamento dos estudantes. A avaliação pedagógica da atividade indica que a interação tátil desempenha um papel crucial na superação de obstáculos epistemológicos da geometria. Ao manipular as peças físicas, o estudante é desafiado a coordenar informações visuais e motoras



Um exemplo claro dessa aplicação ocorre na atividade de montagem dos sólidos, conforme apresentado na Figura 2. Para encaixar as peças corretamente, o estudante precisa, inevitavelmente, realizar o processo cognitivo de rotação mental. Essa exigência de antecipar movimentos e giros imaginários constitui, na prática, a mobilização da visão espacial descrita na BNCC.

Figura 2: Manipulação das peças exigindo rotação mental e planejamento espacial.



Fonte: Os autores (2025).

Observa-se que, ao tentar resolver o quebra-cabeça, o estudante deixa de ser um mero espectador da representação bidimensional desenhada pelo professor no quadro e passa a testar hipóteses físicas. Ele precisa antecipar se a aresta de uma peça se conectará com a face da outra. Esse movimento valida a teoria de Spelke (2011) sobre o "conhecimento nuclear" da geometria: o estudante usa sua intuição natural sobre a física dos objetos para construir o conceito formal de volume e congruência.

Além disso, a estrutura física dos objetos permitiu a visualização de seções transversais e diagonais internas, conceitos que, segundo os relatos do PIBID, eram de difícil compreensão. Na lousa, uma diagonal interna é apenas uma linha desenhada sobre outra; no modelo físico decomponível, o estudante pode "abrir" o sólido e tocar a diagonal, compreendendo sua natureza espacial.

Portanto, os resultados indicam que a escolha intencional de materiais tangíveis atua como uma "âncora cognitiva". Eles reduzem a carga cognitiva necessária para imaginar o objeto, liberando a mente do estudante para focar nas propriedades matemáticas (cálculo de



área, volume e relações métricas). A materialidade do jogo não substitui a abstração, mas serve como o degrau sensorial necessário para que o cérebro consiga, posteriormente, abstrair com sucesso.

4.2. The Genius Star: Planejamento Espacial e Rotação no Plano

Além da exploração tridimensional com os sólidos geométricos, a pesquisa avaliou o potencial didático do jogo "The Genius Star", também selecionado no acervo do Laboratório de Matemática.

A dinâmica do jogo consiste em rolar um conjunto de dados que indicam coordenadas no tabuleiro, onde devem ser posicionados pinos "bloqueadores". O desafio do jogador é encaixar todas as peças geométricas restantes no espaço livre da estrela. A aplicação deste recurso ocorreu durante o evento "Dia da Família na Escola", proporcionando um ambiente de aprendizagem lúdica.

Figura 3: Jogo "The Genius Star" com tabuleiro em MDF e peças em acrílico.



Fonte: Smart Toys and Games (2026)

A avaliação pedagógica deste jogo evidencia uma forte exigência da visão espacial voltada ao plano (2D). Para ter sucesso na montagem, o participante necessita antecipar mentalmente a posição das peças, realizando rotações e translações imaginárias antes de encaixá-las fisicamente no tabuleiro. Esse processo ilustra, na prática, a ativação dos circuitos neurais do lobo parietal descritos por Dehaene (1997), em que as áreas do cérebro dedicadas à navegação espacial são reaproveitadas para a resolução de um problema geométrico. Além disso, o uso dos bloqueadores cria restrições que forçam a constante reavaliação da estratégia espacial, estimulando a flexibilidade cognitiva de forma complementar ao trabalho com os sólidos 3D.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou demonstrar que o uso de materiais tangíveis no ensino de Geometria Espacial ultrapassa a função de mero entretenimento. A partir das observações realizadas no âmbito do PIBID, confirmou-se que a dificuldade de abstração dos estudantes não é apenas uma falta de atenção, mas uma barreira cognitiva imposta pela representação bidimensional (feita pelo professor no quadro ou disponível do livro) de objetos tridimensionais.

A avaliação dos recursos selecionados (quebra-cabeças geométricos e The Genius Star) no acervo do Laboratório de Matemática do IFRS - Campus Caxias do Sul evidenciou que a manipulação física atua como uma ponte essencial entre o concreto e o abstrato. Fundamentando-se na neurociência cognitiva, conclui-se que esses artefatos atendem à necessidade cerebral de "reciclagem neuronal", permitindo que circuitos originalmente visuais sejam recrutados para o raciocínio matemático. Ao tocar, girar e desmontar os sólidos, o estudante recebe o input sensorial necessário para construir imagens mentais robustas, consolidando a visão espacial não como um talento inato, mas como uma competência cognitiva desenvolvida por meio da experiência.

Portanto, a experiência relatada reforça a importância da intencionalidade pedagógica na escolha de recursos didáticos. O material concreto não ensina por si só, mas, quando criteriosamente selecionado para revelar propriedades ocultas (como secções e diagonais internas), torna-se uma ferramenta insubstituível. Fica evidente que o papel do professor vai além da exposição de conteúdos, abrangendo também a curadoria de tecnologias e objetos que potencializam a aprendizagem, garantindo que a visão espacial seja desenvolvida como uma habilidade treinável e acessível a todos.

REFERÊNCIAS

- BISPO, B. L.; ASSIS, E. S. A utilização de materiais manipuláveis na construção de demonstrações da Geometria Espacial de Posição. **Intermaths**, v. 2, n. 2, 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CARVALHO, A. M. de; COSTA, R. C. da. O potencial dos jogos como mediadores do ensino de matemática na educação básica. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 9, n. 1, 2025.



DEHAENE, S. **O senso numérico: como a mente cria a matemática.** Tradução Viviane Ribeiro. São Paulo: Editora UNESP, 1997.

SPELKE, E. Natural Number and Natural Geometry. In: DEHAENE, S.; BRANNON, E. (Eds.). **Space, Time and Number in the Brain.** Academic Press, 2011. p. 287-317.

