



EXPERIMENTOS MENTAIS COMO METODOLOGIA ALTERNATIVA: SEMIÓTICA E PENSAMENTO ABSTRATO EM GEOMETRIA EUCLIDIANA E NÃO EUCLIDIANA

Neli Aparecida Pereira Pedroso

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF – neliappedroso.0907@gmail.com

 <https://orcid.org/0009-0004-3635-8941>

Willian José da Cruz

Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF – willian.cruz@ufjf.br

 <https://orcid.org/0000-0001-7509-1021>

GD5 – Desenvolvimento da pesquisa na formação de professores e formadores de professores de e que ensinam Matemática: contribuições e impactos

Resumo: Esta pesquisa apresenta uma investigação em andamento sobre os experimentos mentais como metodologia alternativa no desenvolvimento do pensamento abstrato no ensino de Matemática, com ênfase no confronto entre conceitos da Geometria Euclidiana e não Euclidiana. Fundamentado na Semiótica de Charles Sanders Peirce, o trabalho busca compreender como tais experimentos podem favorecer a construção de significados, estimular a criatividade e ressignificar conceitos geométricos. O estudo vincula-se ao GD5 ao discutir contribuições dessa proposta para a formação de professores que ensinam Matemática, especialmente no desenvolvimento de práticas investigativas no ensino de Geometria. A abordagem é qualitativa e envolve estudantes do Ensino Médio em uma escola pública em Volta Redonda/RJ, a partir da aplicação de tarefas didáticas e análise semiótica dos resultados da aplicação delas. Como produto educacional, será elaborada uma proposta metodológica que vincula experimentos mentais com atividades geométricas, visando a construção de significados em contextos didáticos e pedagógicos. Espera-se que o estudo contribua para o fortalecimento da aprendizagem crítica e para a valorização da Matemática como linguagem de interpretação e transformação da realidade.

Palavras-chave: Experimentos Mentais. Geometria. Metodologia Alternativa. Pensamento Abstrato. Semiótica.

1 Introdução

O estudo da Geometria, historicamente fundamentado nos postulados de Euclides, ocupa papel central na formação do pensamento lógico-matemático. De acordo com Brum e Schuhmacher (2014), as Geometrias não Euclidianas, desenvolvidas por Bolyai e Lobachevsky, questionaram a validade universal da Geometria Euclidiana, posteriormente, Beltrami demonstrou sua consistência lógica e, apesar das críticas iniciais, essas geometrias foram consolidadas com os estudos de Einstein, tornando-se fundamentais para a ciência moderna. A ruptura decorrente do surgimento da Geometria não Euclidiana evidencia novas possibilidades de compreensão do espaço, da lógica e da estrutura do raciocínio, ao mesmo tempo em que revela a Matemática como uma construção humana sujeita a questionamentos, reformulações e avanços conceituais.

Segundo Cabarite (2004), os novos símbolos introduzidos pelos postulados da Geometria não Euclidiana inauguram diferentes cadeias de raciocínio, expandindo os limites do pensamento geométrico tradicional. Nesse cenário, a contribuição de Henri Poincaré revela-se particularmente relevante. Ao desenvolver o modelo do disco de Poincaré, baseado em uma métrica diferenciada, o autor demonstrou a possibilidade de representar o espaço hiperbólico utilizando os próprios recursos e a linguagem da Geometria Euclidiana.

Apesar dessa riqueza epistemológica, conforme Cruz (2024, p. 3), o ensino de Matemática tem sido frequentemente associado a práticas centradas na repetição de procedimentos e na memorização de fórmulas, contribuindo para sua percepção como um conjunto de verdades incontestáveis e distante da realidade dos estudantes.

Diante desse cenário, evidencia-se a necessidade de elaboração de propostas que ultrapassem a manipulação simbólica descontextualizada e favoreçam a construção de significados. Nesse sentido, de acordo com Cruz, (2024, p. 5), os Experimentos Mentais são apresentados como uma possibilidade metodológica no ensino de Matemática, compreendidos como formas de representar o objeto do conhecimento por meio de diagramas e de desenvolver deduções e abduções que possibilitam a construção de novos conceitos e generalizações.

A Geometria, em especial, configura-se como um campo propício para a aplicação dessa abordagem, sobretudo no confronto entre a Geometria Euclidiana e a Geometria não Euclidiana, ao possibilitar a problematização de concepções espaciais e a investigação de diferentes formas de modelagem do espaço.

Assim, a pesquisa tem como objetivo investigar como o confronto entre as Geometrias Euclidiana e não Euclidiana, à luz da Semiótica de Peirce e por meio de Experimentos Mentais, contribui para o desenvolvimento do Pensamento Abstrato e a construção de significados em contextos didáticos e pedagógicos. A investigação justifica-se pela necessidade de problematizar práticas pedagógicas recorrentes e discutir abordagens que ampliem as possibilidades de aprendizagem em Geometria, estando vinculada à elaboração de um produto educacional em desenvolvimento, organizado em sequências didáticas fundamentadas nessa perspectiva.

Além disso, o estudo dialoga diretamente com o eixo temático do GD5 ao discutir implicações dessa proposta para a formação de professores que ensinam Matemática, especialmente no desenvolvimento de práticas investigativas voltadas ao ensino de Geometria.

2 Fundamentação teórica

A pesquisa insere-se no campo da Educação Matemática, compreendida como domínio que articula dimensões epistemológicas, cognitivas e didáticas do conhecimento matemático. Nesse quadro, problematizam-se os limites do ensino tradicional de Geometria, particularmente no que concerne à centralidade de abordagens pautadas na repetição de procedimentos e na aplicação mecânica de regras, bem como à presença reduzida desse campo nos currículos, em articulação com fragilidades na formação docente. A aprendizagem matemática é, assim, concebida para além da manipulação simbólica, envolvendo processos de generalização, inferência e produção de significados, articulados a diferentes formas de representação.

A Semiótica, segundo Peirce (2005), configura-se como a teoria geral dos signos, concebida como uma ciência formal voltada à investigação das condições lógicas que permitem a significação. Para o autor, todo conhecimento e processo cognitivo envolvem a mediação de signos, sendo a Semiótica, portanto, fundamental para compreender como os seres humanos interpretam o mundo à sua volta. Peirce (2005) apresenta os fundamentos dessa teoria por meio de uma abordagem lógico-filosófica, estruturando os signos a partir de uma tríade conceitual: *representâmen*, *interpretante* e *objeto*. Tal perspectiva permite compreender a mobilização e transformação dos registros de representação na atividade matemática, evidenciando o papel estruturante dos processos inferenciais na produção de significados.

Os Experimentos Mentais são compreendidos como dispositivos epistemológicos que operam por meio da imaginação disciplinada e da inferência lógica, possibilitando a exploração de situações hipotéticas sem a necessidade de experimentação empírica direta. Nesse sentido,

configuram-se como formas de representação do objeto do conhecimento por meio de diagramas, nas quais se articulam processos abduativos, dedutivos e indutivos, favorecendo a construção de novos conceitos e generalizações.

A Geometria constitui um campo privilegiado para a articulação dessas discussões, especialmente no confronto entre a Geometria Euclidiana e as Geometrias não Euclidianas. Esse confronto tensiona concepções intuitivas de espaço e explicita o caráter axiomaticamente estruturado da Matemática, possibilitando a emergência de conflitos cognitivos produtivos e a reconfiguração de significados.

3 Metodologia

A investigação caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, orientada pela perspectiva da Educação Matemática e fundamentada na Semiótica de Charles Sanders Peirce, assumindo a análise dos processos de significação como eixo central. O estudo é desenvolvido em contexto escolar, envolvendo estudantes do Ensino Médio de uma escola pública, a partir da proposição e aplicação de tarefas didáticas estruturadas com base em Experimentos Mentais.

O recorte da pesquisa concentra-se na elaboração, aplicação e análise de tarefas didáticas fundamentadas em Experimentos Mentais relacionados à Geometria Euclidiana e não Euclidiana. As atividades serão organizadas por meio de situações-problema, exploração de diagramas, comparação entre modelos geométricos e questionamentos orientadores que estimulem a formulação de hipóteses e a produção de inferências.

A organização metodológica fundamenta-se na compreensão dos Experimentos Mentais como dispositivos que articulam representação, inferência e construção conceitual. Nesse sentido, as atividades são elaboradas de modo a mobilizar processos abduativos, dedutivos e indutivos, por meio de situações hipotéticas, questionamentos orientadores e exploração de diagramas, possibilitando a investigação de conceitos geométricos no confronto entre a Geometria Euclidiana e as Geometrias não Euclidianas.

Os instrumentos de produção de dados incluem registros escritos, representações gráficas e manifestações discursivas. Esses elementos são analisados à luz da perspectiva semiótica peirceana, buscando identificar os processos inferenciais mobilizados, as transformações nos registros de representação e os indícios de construção de significados ao longo das atividades.

A análise será conduzida à luz da Semiótica peirceana, considerando especialmente os processos abduativos, dedutivos e indutivos mobilizados pelos estudantes. Os critérios analíticos

incluem transformações nos registros de representação, elaboração de hipóteses e generalizações, estabelecimento de relações entre diferentes sistemas geométricos, indícios de construção de significados e manifestações do desenvolvimento do pensamento abstrato.

Como desdobramento da investigação, será elaborado um produto educacional estruturado em sequências didáticas voltadas ao ensino de Geometria e à formação de professores que ensinam Matemática.

4 Resultados esperados e discussão

Espera-se que a utilização dos Experimentos Mentais favoreça a emergência de processos inferenciais mais complexos, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento abstrato. Além disso, o confronto entre sistemas geométricos distintos tende a promover a desnaturalização de concepções euclidianas, ampliando a compreensão dos estudantes acerca da natureza da Matemática.

Do ponto de vista semiótico, espera-se identificar deslocamentos nos interpretantes produzidos pelos estudantes, evidenciando processos de ressignificação dos conceitos geométricos. Tais resultados podem contribuir para a compreensão dos mecanismos cognitivos envolvidos na aprendizagem matemática e para o refinamento de práticas pedagógicas.

5 Produto educacional

Como desdobramento da pesquisa, será desenvolvido um guia didático voltado ao ensino de Matemática na Educação Básica, estruturado a partir dos Experimentos Mentais como metodologia de ensino. Organiza-se em sequências didáticas que articulam situações hipotéticas, questionamentos orientadores e momentos de sistematização conceitual, orientadas para a exploração de conceitos geométricos no confronto entre a Geometria Euclidiana e as Geometrias não Euclidianas.

As atividades são concebidas de modo a mobilizar processos inferenciais, por meio da utilização de diagramas e da proposição de situações investigativas que favoreçam a construção de significados. Nesse contexto, o material contempla orientações pedagógicas para a mediação docente, indicando encaminhamentos didáticos, possibilidades de intervenção e estratégias de condução das atividades em sala de aula.

O produto estrutura-se em etapas que envolvem a apresentação da situação-problema, o desenvolvimento dos experimentos mentais, a discussão coletiva e a sistematização dos

conceitos, buscando articular intuição, linguagem e formalização. Sua elaboração mantém vinculação direta com o referencial teórico adotado e com o percurso metodológico da pesquisa, constituindo-se como parte integrante da investigação.

6 Considerações finais

A proposta apresentada insere-se no esforço de superação de abordagens tradicionais no ensino de Matemática, ao enfatizar a centralidade dos processos de significação e inferência. Ao articular Experimentos Mentais, Semiótica e Geometria, a pesquisa busca contribuir para a construção de um ensino mais investigativo, reflexivo e epistemologicamente fundamentado.

Espera-se que os resultados possam ampliar o debate sobre metodologias alternativas no ensino de Matemática e oferecer subsídios para a formação de professores, especialmente no que se refere à promoção do pensamento abstrato e à compreensão da Matemática como prática discursiva e cultural.

Referências

BRUM, Wanderley Pivatto; SCHUHMACHER, Elcio. Uma abordagem de conceitos elementares de geometria não euclidiana: uma experiência vivenciada no ensino de matemática a partir de uma sequência didática. *HOLOS, [S. l.]*, v. 1, p. 258–281, 2014.

CABARITI, Eliane. *Geometria Hiperbólica: uma proposta didática em ambiente informatizado*. 2004. 181f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo.

CRUZ, Willian José da. Experimentos mentais na multiplicação de números naturais: reflexões teóricas por meio de uma metodologia alternativa. *Revista Eletrônica de Educação Matemática -REVEMAT*, Florianópolis, v. 18, p. 01-21, jan./dez., 2023.

CRUZ, Willian José da. O uso dos experimentos mentais como possível metodologia de ensino da matemática: um olhar epistemológico. *Revista Eletrônica de Educação Matemática -REVEMAT*, Florianópolis, v. 16, p. 01-26, jan./dez., 2021.

CRUZ, Willian José da. Por que $\sqrt{2}$ é irracional? Buscando explicações nos processos de experimentação mental. *Educação Matemática em Revista, [S. l.]*, v. 28, n. 79, p. 1–15, 2023.

PEIRCE, Charles Sanders. *Semiótica*. São Paulo: Perspectiva, 2005.