

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE MATEMÁTICA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE GEOMETRIA VISANDO O
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES DESCRITAS NO SAEB E NA BNCC**

MAIRA FERNANDA FERREIRA BERNARDO

MACEIÓ-AL
2024

MAIRA FERNANDA FERREIRA BERNARDO

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE GEOMETRIA VISANDO O
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES DESCRITAS NO SAEB E NA BNCC**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Matemática Licenciatura do
Instituto de Matemática da Universidade Federal
de Alagoas como requisito parcial para
obtenção do grau de licenciada em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. José Anderson de Lima e
Silva

MACEIÓ-AL

2024

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

B523r Bernardo, Maira Fernanda Ferreira.

Resolução de problemas de geometria visando o desenvolvimento de habilidades descritas no SAEB e na BNCC / Maira Fernanda Ferreira
Bernardo. – 2024.

45 f. : il. color.

Orientador: José Anderson de Lima e Silva.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Matemática :
Licenciatura) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Matemática.
Maceió, 2024.

Bibliografia: f. 44-45.

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Resolução de problemas. 3.
Geometria. 4. Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB). 5. Base
Nacional Comum Curricular (BNCC). I. Título.

CDU: 51 : 371.26

MAIRA FERNANDA FERREIRA BERNARDO

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE GEOMETRIA VISANDO O
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES DESCRITAS NO SAEB E NA BNCC**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao corpo docente do Curso de
Matemática Licenciatura da Universidade
Federal de Alagoas-UFAL, Campus A.C.
Simões, como requisito parcial para
obtenção do grau de Licenciada em
Matemática, aprovada em 2024 pela banca
examinadora constituída pelos
professores:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Anderson de Lima e Silva
Instituto de Matemática – UFAL
Orientador

Prof. Dr. Marcos Ranieri da Silva
Instituto de Matemática – UFAL
Examinador

Profa. Dra. Elaine Cristine de Souza Silva
Instituto de Matemática – UFAL
Examinadora

RESUMO

No cenário atual, é fundamental que o professor incentive os estudantes a aperfeiçoarem suas habilidades. Para isso, é necessário adotar uma metodologia eficaz que promova um desenvolvimento significativo no processo de ensino e aprendizagem, especialmente na resolução de problemas de geometria. Cabe ressaltar que, à medida que o estudante se propõe a consolidar o seu conhecimento, sua aprendizagem passa a ser motivacional. Logo, sugere que o professor apresente ao aluno, ferramentas cabíveis e capaz de melhorar o seu desempenho, além de tornar a rotina com mais objetividade, essencialmente na educação básica, onde são avaliadas as disciplinas de matemática e português. Para contemplar a nossa temática, essencialmente a matemática precisa ser apresentada com potencialidade, haja vista que o objetivo do Sistema da Educação Básica (SAEB) e a Base Comum Curricular (BNCC) é comumente avaliar e elevar a qualidade do ensino. Este trabalho tem a sua especificidade voltada para a matemática e a geometria, visando a obtenção de bons resultados para alcançar as diretrizes estabelecidas pelo SAEB e BNCC. Sendo inerente ao contexto, é necessário adotar métodos que estimulem os estudantes a desenvolver suas habilidades e ampliar seus conhecimentos, preconizando o processo evolutivo da educação básica, resultando em uma estatística melhor no desenvolvimento das avaliações propostas. Para isso, foram selecionados problemas da OBMEP para serem aplicados em sala de aula, utilizando a metodologia de resolução de problemas.

Palavras-chave: Matemática; Geometria; educação básica; SAEB; BNCC; qualidade; desenvolvimento; habilidades; resultados.

ABSTRACT

In the current scenario, it is crucial for teachers to encourage students to improve their skills. Therefore, it is necessary to adopt an effective methodology that promotes significant development in the teaching and learning process, especially in solving geometry problems. It is important to emphasize that as students aim to consolidate their knowledge, their learning becomes motivational. Hence, it suggests that teachers provide students with appropriate tools capable of enhancing their performance and making their routine more objective, especially in basic education where subjects like mathematics and Portuguese are assessed. To address our theme, particularly mathematics needs to be presented with potency, considering that the goal of the Basic Education System (SAEB) and the Common Core Curriculum (BNCC) is to consistently assess and elevate the quality of education. This work specifically focuses on mathematics and geometry, aiming to achieve good results to meet the guidelines established by SAEB and BNCC. It is essential to adopt methods that stimulate students to develop their skills and broaden their knowledge, advocating for the evolutionary process of basic education, resulting in improved statistics in the proposed assessments. To achieve this, problems from OBMEP have been selected to be applied in the classroom using problem-solving methodology.

Keywords: Mathematics; Geometry; basic education; SAEB; BNCC; quality; development; skills; results.

Sumário

1	Introdução	6
2	Metodologia de Resolução de Problemas	8
2.1	Formalização da metodologia de Resolução de Problemas	8
2.2	Etapas da Metodologia de Resolução de Problemas	9
2.3	Processo Ensino/Aprendizagem	10
3	Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) e a Resolução de Problema	13
3.1	Estrutura das Matrizes de Referências Cognitivas do Saeb	14
3.2	Matriz de Matemática no Contexto do SAEB: Letramento Matemático, Eixos Cognitivos e Eixos de Conhecimento	14
3.3	Eixo de conhecimento Geometria	16
3.4	Habilidades do Eixo Geometria do 9º ano do Ensino Fundamental	17
4	Base Nacional Comum Curricular e a Resolução de Problemas	21
4.1	BNCC e sua relação com o Saeb e com a Resolução de Problemas	21
4.2	Letramento matemático segundo a BNCC	22
4.3	Competências específicas da matemática	23
4.4	Estruturas das matrizes da BNCC	25
4.5	Habilidades Geométricas no Ciclo do Ensino Fundamental	26
5	Resultados da Exploração de Problemas de Geometria	31
6	Considerações Finais	43
	Referências	44

1 INTRODUÇÃO

A evolução da educação no Brasil, marcada pela explicitação do ensino como direito público subjetivo, estabeleceu uma nova era na qual a qualidade do ensino tornou-se imperativa. A Constituição Federal de 1988, modificada pela emenda constitucional n. 14, de 1996, foi determinante nesse processo, conferindo aos cidadãos o direito público subjetivo ao acesso e permanência no ensino fundamental, além de assegurar padrões qualitativos no processo educacional (OLIVEIRA; ARAUJO, 2005).

Essa significativa mudança no panorama legal impulsionou a discussão sobre a qualidade da educação, evidenciando a necessidade de ferramentas eficazes para mensurar e aprimorar o sistema educacional brasileiro. Nesse contexto, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), emerge como uma iniciativa abrangente de coleta, sistematização e análise de dados sobre os ensinos fundamental e médio (FERRÃO et al., 2001).

A criação e implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) representam outro marco fundamental na educação brasileira contemporânea. A BNCC define as aprendizagens essenciais para todos os estudantes, alinhando-se aos princípios do Plano Nacional de Educação (PNE) e estabelecendo diretrizes claras para o desenvolvimento educacional, garantindo a todos o direito de aprender em conformidade com metas e padrões predefinidos.

A integração desses elementos - BNCC e avaliações externas como o SAEB - ressalta a importância da qualidade do ensino de matemática, com destaque especial para a resolução de problemas como prática pedagógica central. A BNCC, ao definir conhecimentos, habilidades e competências, enfatiza a resolução de problemas como um eixo fundamental, capaz de instigar o pensamento lógico e promover a compreensão profunda dos conceitos matemáticos (RIBEIRO, 2023).

No contexto da legislação educacional brasileira, que estabelece o ensino fundamental como direito público subjetivo, surge a necessidade de abordar a resolução de problemas como estratégia fundamental para promover a qualidade do ensino de matemática. Assim, a pesquisa proposta, intitulada "*Resolução de Problemas de Geometria, visando o desenvolvimento de habilidades descritas no*

SAEB e BNCC," direciona seu foco para explorar estratégias pedagógicas capazes de aprimorar a aprendizagem dos estudantes.

A escolha específica pela geometria como foco da pesquisa se justifica pela sua presença marcante no currículo matemático e pela relevância tanto para o desenvolvimento do raciocínio lógico quanto para a compreensão de conceitos fundamentais. Além disso, a geometria proporciona um ambiente propício para a aplicação da resolução de problemas, permitindo que os estudantes desenvolvam habilidades práticas e aplicáveis no cotidiano.

No âmbito da Educação Básica, a pesquisa visa contribuir para o aprimoramento das práticas pedagógicas, alinhando-as aos princípios estabelecidos pelo Plano Nacional de Educação (PNE), a BNCC e as diretrizes do SAEB. Dessa forma, a resolução de problemas em geometria, quando incorporada de maneira significativa no processo de ensino/aprendizagem, pode não apenas elevar os padrões de desempenho no SAEB, mas também desenvolver as habilidades matemáticas aos estudantes em consonância com as metas educacionais nacionais.

O planejamento da pesquisa é direcionado para a viabilização de métodos que não apenas aperfeiçoem o preparo dos estudantes para as avaliações sugeridas, mas também incentivem a construção de um conhecimento matemático sólido e contextualizado. Desse modo, o objetivo é evidenciar a evolução das habilidades dos estudantes, não apenas para atender aos critérios do SAEB, mas também para garantir uma atuação eficaz em matemática, alinhada às normas e diretrizes da BNCC.

Considerando o papel crucial do professor nesse processo, a pesquisa destaca a importância do seu conhecimento ético e metodológico como mola propulsora para a oferta de uma educação de qualidade. Assim, a contextualização do preparo para a avaliação deve ser compartilhada como um objetivo comum entre educadores, visando corresponder aos critérios do PNE, promover uma elevação na qualidade do ensino e disseminar práticas eficazes que conduzam a resultados significativos.

2 METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

2.1 FORMALIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A resolução de problemas na Matemática transcende o mero emprego de heurísticas; ela se configura como uma metodologia dinâmica e vital no âmbito educacional. Pioneiros como George Polya (1978) lançaram os alicerces para essa abordagem, destacando a importância de cultivar estudantes como solucionadores habilidosos. No entanto, ao longo do tempo, essa metodologia passou por transformações significativas, moldando-se em uma prática pedagógica mais abrangente e profunda.

A visão de Polya (1978) ecoa até os dias atuais, pois ele entendia que a resolução de problemas não era apenas uma ferramenta para aprender Matemática; era uma jornada intelectual que envolvia descoberta e reflexão. Essa perspectiva influenciou décadas posteriores, incluindo o movimento da Matemática Moderna, que, embora não tenha atingido plenamente seus objetivos, desencadeou uma busca contínua por uma educação matemática mais eficaz.

D'Ambrósio (1989) complementa essa evolução, salientando que a resolução de problemas se transformou em uma metodologia de ensino mais abrangente. Deixando para trás a abordagem ocasional, ela enfatiza que a prática pedagógica atual envolve o professor apresentando desafios que instigam a curiosidade matemática dos alunos, colocando-os no centro do processo de construção ativa de conceitos.

Romanatto (2012) amplia essa perspectiva, destacando que a resolução de problemas não se limita à solução de questões matemáticas. Torna-se uma experiência enriquecedora que envolve diversas habilidades cognitivas, incluindo criatividade e autonomia. Além disso, vai além de ser apenas um meio de aprendizado; é uma ferramenta eficaz de avaliação, como observado por Schoenfeld (1985).

Onuchic e Allevato (2011) contribuem para esse panorama ao sublinhar que a resolução de problemas não apenas desenvolve o poder matemático nos alunos, mas também fornece dados contínuos de avaliação. Essa metodologia, ao guiar decisões instrucionais, fortalece a confiança dos estudantes em suas habilidades matemáticas.

Posteriormente, na quarta etapa, passamos por uma revisão crítica da solução encontrada, verificando sua aplicabilidade em outros contextos e analisando a validade do método empregado.

Ademais, essa metodologia não apenas apresenta um método interessante e bem planejado, mas também, se aplicada de maneira abrangente, resultará nos avanços desejados no ensino e aprendizado da matemática. Para complementar, nos segmentos subsequentes, iremos demonstrar a aplicação prática dessas fases na resolução de problemas geométricos, alinhando-nos aos objetivos propostos em nosso trabalho.

2.3 PROCESSO ENSINO/APRENDIZAGEM

A evolução do ensino de matemática nas escolas reflete desafios que persistem ao longo das gerações, muitas vezes resultando na falta de afinidade de muitos com a disciplina. A ênfase histórica nas técnicas operatórias e algoritmos, sem uma atenção adequada à compreensão dos conceitos matemáticos, tem resultado em um cenário desmotivador para o aprendizado. Como indicado por Sousa (2015), essa abordagem tradicional tem contribuído para a perda progressiva do interesse e do gosto pela matemática ao longo do tempo.

Mesmo diante das demandas contemporâneas por novas abordagens educacionais, persiste um modelo pedagógico tradicional baseado em aulas expositivas. Conforme observado por Souza e Dourado (2015), a prática pedagógica continua ancorada em manuais didáticos, reproduzindo conteúdos para alunos que muitas vezes se veem limitados a ouvir, ler, decorar e repetir. Esse paradigma, centrado no professor e no ensino, mostra-se inadequado para uma educação no século XXI, que requer uma visão integrada e não fragmentada do conhecimento.

Dentro da sala de aula, a predominância de cálculos mecânicos e problemas rotineiros desinteressantes contribui para a superficialidade do aprendizado matemático. Sousa (2015) destaca que a execução de procedimentos padronizados, carente de desafios e criatividade, frequentemente se limita ao ensino de fórmulas, deixando de lado a compreensão profunda dos conceitos. Assim, o ensino muitas vezes se restringe ao mero treinamento de cálculos.

Portanto, a resolução de problemas emerge como uma ferramenta crucial na formação matemática dos alunos, proporcionando não apenas a aquisição de conhecimentos, mas uma experiência formativa que estimula a criatividade, a intuição, a autonomia e outras capacidades intelectuais. No contexto educacional, ela se destaca como uma abordagem que não apenas ensina Matemática, mas também desenvolve habilidades fundamentais para a vida, promovendo um aprendizado significativo e duradouro.

2.2 ETAPAS DA METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Nosso foco central reside em oferecer uma abordagem eficiente para o ensino e aprendizagem da matemática, com especial ênfase na resolução de problemas geométricos, alinhados aos objetivos delineados pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Para atingir esse propósito, adotamos as quatro fases propostas por Polya (1978) para a resolução eficiente de problemas matemáticos, são eles:

- 1. Compreensão do Problema (CP):** o que é essencial para resolver o problema? Quais são as variáveis e incógnitas?
- 2. Estabelecimento de um Plano (EP):** já se deparou com um problema semelhante? Conhece algum problema relacionado? É possível encontrar uma conexão entre dados e dados incógnitos?
- 3. Execução do Plano (EP):** pode-se verificar cada passo da execução? É possível demonstrar que o plano está correto?
- 4. Retrospecto do Problema (RP):** pode-se usar o resultado em outro problema?

Na primeira etapa, procedemos com a interpretação do enunciado, identificando os elementos cruciais e realizando uma avaliação inicial das condições propostas. Em seguida, na segunda etapa, exploramos experiências anteriores, buscando identificar padrões e estabelecer estratégias para abordar o problema de maneira sistemática. Durante a terceira etapa, colocamos em prática o plano elaborado, assegurando clareza e correção em cada passo da resolução.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) propõem uma visão mais abrangente da matemática, evidenciando sua presença em situações cotidianas que exigem quantificação, cálculos, leitura de gráficos e tomada de decisões. Destaca-se a importância de superar a aprendizagem centrada em procedimentos mecânicos, enfatizando a resolução de problemas como ponto de partida para a atividade matemática em sala de aula.

É notório que existe uma lacuna a ser preenchida na abordagem matemática tradicional, e é neste contexto que a resolução de problemas se apresenta como uma estratégia transformadora. Segundo Lupinacci e Botin (2004):

A Resolução de Problemas é um método eficaz para desenvolver o raciocínio e para motivar os alunos para o estudo da Matemática. O processo de ensino e aprendizagem pode ser desenvolvido através de desafios, problemas interessantes que possam ser explorados e não apenas resolvidos. (LUPINACCI e BOTIN, 2004, p. 05)

Nesse contexto, torna-se evidente que a incorporação da resolução de problemas como uma estratégia no contexto do ensino-aprendizagem em sala de aula não apenas viabiliza a solução de questões apresentadas pelo professor, mas também promove o desenvolvimento das potencialidades cognitivas dos alunos. Essa abordagem proporciona um espaço propício para o exercício do questionamento, incentiva a busca por diferentes abordagens e fomenta a comunicação de caminhos lógicos para a resolução dos problemas propostos.

Romanatto (2012) reforça a integralidade da resolução de problemas no aprendizado matemático, destacando que ela não é uma etapa isolada, mas uma parte essencial do processo. Na abordagem da resolução de problemas, o estudante aprende matemática não apenas para resolver desafios específicos, mas também para aplicá-la em situações práticas, integrando-a ao seu cotidiano.

Nesse contexto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reforça a importância da resolução de problemas como ferramenta fundamental para a compreensão e aplicação das noções matemáticas. Ao integrar malhas quadriculadas, ábacos, jogos e outros elementos à reflexão e sistematização, busca-se promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, destacando a resolução de problemas como uma abordagem central.

Além disso, a resolução de problemas, quando utilizada como estratégia didática, deve criar desafios que ultrapassem a simples resolução. George Polya, em

sua obra "A Arte de Resolver Problemas," destaca que o problema desafiador, ao envolver a curiosidade e a inventividade, proporciona uma experiência única de descoberta e triunfo. Essa visão se alinha com a abordagem contemporânea de promover uma educação que estimule o pensamento crítico e o raciocínio lógico.

Pontes (2019) corrobora essas ideias ao ressaltar que a resolução de problemas, através do método de Polya, possibilita não apenas o desenvolvimento de habilidades matemáticas, mas fortalece o pensamento crítico e o raciocínio lógico, preparando alunos e professores para os desafios do século XXI.

Diante das dificuldades históricas no ensino de matemática, a resolução de problemas desponta como uma estratégia didática capaz de transformar a abordagem pedagógica, tornando o aprendizado mais significativo, desafiador e integrado à realidade dos estudantes. Nesse contexto, a BNCC destaca a resolução de problemas como uma ferramenta central para alcançar uma compreensão mais profunda e aplicada da matemática.

3 SISTEMA DE AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA (SAEB) E A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) é uma iniciativa fundamental para a avaliação da qualidade do ensino nas escolas públicas brasileiras. A Prova Brasil, integrante do Saeb, desempenha um papel central ao avaliar o desempenho dos estudantes em Língua Portuguesa (foco em leitura) e Matemática (ênfase na resolução de problemas) (BRASIL, 2013). O Saeb, criado em 1990, busca fornecer dados para a elaboração de políticas públicas educacionais, promovendo a melhoria do ensino e a redução das desigualdades no sistema educacional.

No âmbito da Matemática, a resolução de problemas é o eixo norteador da avaliação, sendo consideradas como:

Capacidades, como observação, estabelecimento de relações, comunicação (diferentes linguagens), argumentação e validação de processos, estimulando formas de raciocínio, como intuição, indução, dedução e estimativa. A matriz de Matemática foi estabelecida a partir do pressuposto de que o conhecimento matemático ganha significado quando os alunos têm situações desafiadoras para resolver e trabalham para desenvolver estratégias de resolução, o que não exclui totalmente a possibilidade da proposição de alguns itens com o objetivo de avaliar se o aluno tem domínio de determinadas técnicas. (BRASIL, 2023).

A ligação entre o Saeb e a resolução de problemas reside no fato de que a Prova Brasil, ao focar na resolução de problemas em Matemática, busca avaliar não apenas o conhecimento teórico, mas também a capacidade dos alunos de aplicar seus conhecimentos em situações práticas e desafiadoras. Assim, a avaliação não se restringe apenas à mensuração do conteúdo curricular, mas também à compreensão e aplicação efetiva desses conhecimentos em contextos do mundo real.

Essa abordagem integrada não só oferece informações valiosas sobre o desempenho dos estudantes, mas também fornece subsídios para a formulação de políticas educacionais mais eficazes, contribuindo para a melhoria contínua do sistema educacional brasileiro. Portanto, o Saeb, por meio da Prova Brasil, desempenha um papel crucial ao avaliar e promover o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, essenciais para o sucesso acadêmico e profissional dos estudantes.

3.1 ESTRUTURA DAS MATRIZES DE REFERÊNCIAS COGNITIVAS DO SAEB

O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) representa uma peça fundamental na análise do panorama educacional no Brasil, conduzindo uma avaliação abrangente em todo o sistema nacional. Para garantir a eficácia desse processo, é essencial a construção de uma Matriz de Referência que esclareça o que será avaliado em cada disciplina e série, proporcionando transparência e legitimidade ao processo de avaliação (BRASIL, 2008).

Essas Matrizes de Referência não buscam abarcar todo o currículo escolar, mas realizam um recorte específico com base no que é mensurável pelos instrumentos de medida empregados na Prova Brasil. Baseadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, elas são construídas após uma consulta nacional aos currículos propostos pelas Secretarias Estaduais de Educação e redes municipais. Além disso, envolvem a colaboração de professores e a análise de livros didáticos, garantindo uma representação fiel dos currículos vigentes no país (BRASIL, 2008).

Desempenhando um papel central, as Matrizes de Referência orientam a elaboração dos itens que compõem a Prova Brasil, servindo como alicerce conceitual para a construção de questões que abrangem variados aspectos do conhecimento. Ao estabelecerem uma relação direta entre a Matriz de Referência e os itens da avaliação, esses instrumentos se tornam uma bússola que direciona a abordagem da avaliação educacional em nível nacional. Essa interconexão é crucial para garantir que a Prova Brasil seja representativa e capaz de capturar a complexidade e diversidade do aprendizado dos alunos, indo além de uma visão restrita do currículo. Dessa forma, a Matriz de Referência não apenas delinea as competências e habilidades esperadas, mas também molda o formato e a abordagem da avaliação, proporcionando uma visão abrangente do desempenho educacional em todo o país.

No próximo segmento, exploraremos mais detalhadamente a Matriz de Referência específica para a disciplina de Matemática no contexto do SAEB, evidenciando sua relevância na avaliação do desempenho educacional em nível nacional.

3.2 MATRIZ DE MATEMÁTICA NO CONTEXTO DO SAEB: LETRAMENTO MATEMÁTICO, EIXOS COGNITIVOS E EIXOS DE CONHECIMENTO

Ao focarmos na Matriz de Referência de Matemática do SAEB, conforme descrito no documento oficial (BRASIL, 2018), podemos compreender a complexidade e a abrangência das habilidades que essa avaliação busca mensurar.

A concepção da Matriz de Referência transcende a simples quantificação de fenômenos matemáticos determinísticos. O SAEB almeja ir além, incorporando o letramento matemático como um constructo essencial. O letramento matemático, conforme definido, não se limita à aplicação mecânica de fórmulas, mas abrange a compreensão profunda e a aplicação de conceitos e procedimentos matemáticos em situações reais.

Segundo o documento de referência do SAEB (BRASIL, 2018), o conhecimento matemático é considerado necessário para todos os alunos da Educação Básica, não apenas pela sua aplicação prática na sociedade contemporânea, mas também por suas potencialidades na formação de cidadãos críticos e conscientes de suas responsabilidades sociais. A Matemática, assim, vai além da mera quantificação de fenômenos, explorando sistemas abstratos que organizam e inter-relacionam aspectos do espaço, movimento, formas e números.

O constructo central em foco na Matriz de Referência de Matemática é o *letramento matemático*. Este é conceituado como a compreensão e aplicação de conceitos e procedimentos matemáticos na resolução de problemas, abrangendo os campos de Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, Probabilidade e Estatística. O desempenho em um teste de larga escala, como proposto pelo SAEB, é, portanto, uma manifestação desse letramento matemático, uma série de resultados que correspondem a uma estrutura de disposições da inteligência inerente aos sujeitos.

A operacionalização da proficiência em Matemática, conforme descrita nas competências gerais da BNCC, destaca sete habilidades fundamentais: valorizar e utilizar conhecimentos historicamente construídos, exercitar a curiosidade intelectual, valorizar e fruir manifestações artísticas e culturais, utilizar diferentes linguagens, compreender, utilizar e criar tecnologias digitais, valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais, e argumentar com base em fatos e dados são dimensões essenciais para a formação integral dos alunos.

No âmbito da Matriz de Referência, a construção da avaliação matemática é orientada por eixos cognitivos e de conhecimento. Os eixos cognitivos refletem as competências gerais da BNCC e são agrupados em dois principais: Compreender e

Aplicar Conceitos e Procedimentos, e Resolver Problemas e Argumentar. Estes representam as ferramentas e o uso dessas ferramentas na prática da Matemática, respectivamente.

Os eixos de conhecimento, alinhados com as Unidades Temáticas da BNCC, compreendem Números, Álgebra, Geometria, Grandezas e Medidas, e Probabilidade e Estatística. Cada um desses eixos representa uma dimensão específica que contribui para a formação matemática dos alunos, permitindo a aplicação de conceitos em diferentes contextos.

Nesse contexto, a Matriz de Referência de Matemática no SAEB não é apenas um instrumento de avaliação, mas uma guia para o desenvolvimento de competências essenciais. Ao integrar o letramento matemático, os eixos cognitivos e de conhecimento, ela não apenas mensura o conhecimento adquirido, mas busca promover uma aprendizagem mais profunda e significativa. Essa abordagem não só prepara os alunos para enfrentar os desafios matemáticos do mundo real, mas também contribui para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

Dessa maneira, ao explorar a Matriz de Referência de Matemática do SAEB, percebemos sua relevância não apenas no contexto da avaliação educacional, mas como um elemento central na construção de uma base sólida para o desenvolvimento intelectual e social dos alunos. No próximo tópico, nossa atenção se voltará especificamente para o Eixo de Conhecimento dedicado à Geometria. Abordaremos como esse eixo se traduz nas competências e habilidades esperadas.

3.3 EIXO DE CONHECIMENTO GEOMETRIA

No âmbito do SAEB, o Eixo de Conhecimento Geometria assume um papel fundamental na construção de habilidades relacionadas à compreensão do mundo físico e de diversas áreas do conhecimento. Este eixo visa desenvolver conceitos e procedimentos essenciais para a resolução de problemas, explorando aspectos como posição e deslocamentos no espaço, formas e relações entre elementos de figuras planas e espaciais, bem como a investigação de propriedades e a produção de argumentos geométricos convincentes.

Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, o enfoque do Eixo de Conhecimento Geometria abrange conhecimentos sobre localização e deslocamentos de pessoas e/ou objetos em representações bidimensionais, como mapas e croquis, ou no plano

cartesiano (1º quadrante). Além disso, contempla o estudo de figuras geométricas espaciais, como prismas, pirâmides, cilindros, cones, esferas, compreendendo seus elementos (vértice, aresta, face, base) e planificações. Destacam-se também figuras geométricas planas, como polígonos, circunferência, círculo, e seus elementos (vértice, lado, ângulo, diagonal, base), além do conceito de simetrias.

Já nos anos finais do Ensino Fundamental, ocorre uma ampliação e aprofundamento do Eixo de Conhecimento Geometria. Nesse estágio, são incorporadas as transformações geométricas, tais como reflexão, translação e rotação, e as ampliações/reduções de figuras geométricas planas, relacionadas aos conceitos de congruência e semelhança. Adicionalmente, são abordadas as relações entre ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal, as relações métricas do triângulo retângulo (incluindo o teorema de Pitágoras) e conhecimentos sobre ângulos internos ou externos de polígonos, cevianas (altura, bissetriz, mediana, mediatriz), e elementos da circunferência e do círculo (centro, raio, diâmetro, corda, arco, ângulo central, ângulo inscrito).

Este aprofundamento estende-se também às figuras geométricas espaciais, considerando suas vistas e a relação entre o número de vértices, faces ou arestas de prismas ou pirâmides em função de seu polígono da base. O enfoque no Eixo de Conhecimento Geometria, destaca-se como um componente essencial para o desenvolvimento integral dos estudantes, proporcionando-lhes uma base sólida em habilidades geométricas cruciais para a compreensão do mundo ao seu redor (BRASIL, 2018).

3.4 HABILIDADES DO EIXO GEOMETRIA DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

No contexto do 9º ano, nosso foco recai na descrição das habilidades específicas relacionadas ao Eixo de Conhecimento "Geometria". Essas habilidades serão detalhadas, considerando os cruzamentos estabelecidos nas Matrizes de Referência de Matemática, proporcionando uma visão clara das competências a serem desenvolvidas nesse nível de ensino.

Tabela 1 - Habilidades do eixo geometria do 9º ano do Ensino Fundamental

EIXOS DO CONHECIMENTO	EIXOS COGNITIVOS			
	Compreender e aplicar conceitos e procedimentos		Resolver problemas e argumentar	
GEOMETRIA	9G1.1	Identificar, no plano cartesiano, figuras obtidas por uma ou mais transformações geométricas (reflexão, translação, rotação).	9G2.1	Descrever ou Esboçar o deslocamento de pessoas e/ou objetos em representações bidimensionais (mapas, croquis etc.), plantas de ambientes ou vistas, de acordo com condições dadas.
	9G1.2	Relacionar o número de vértices, faces ou arestas de prismas ou pirâmides, em função do seu polígono da base	9G2.2	Construir/Desenhar figuras geométricas planas ou espaciais que satisfaçam condições dadas.
	9G1.3	Relacionar objetos tridimensionais às suas planificações ou vistas.	9G2.3	Resolver problemas que envolvam relações entre ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal, ângulos internos ou externos de polígonos ou cevianas (altura, bissetriz, mediana, mediatriz) de polígonos.
	9G1.4	Classificar polígonos em regulares e não regulares	9G2.4	Resolver problemas que envolvam relações métricas do triângulo retângulo, incluindo o teorema de Pitágoras

	9G1.5	Identificar propriedades e relações existentes entre os elementos de um triângulo (condição de existência, relações de ordem entre as medidas dos lados e as medidas dos ângulos internos, soma dos ângulos internos, determinar medida de um ângulo interno ou externo).	9G2.5	Resolver problemas que envolvam polígonos semelhantes.
	9G1.6	Classificar triângulos ou quadriláteros em relação aos lados ou aos ângulos internos.	9G2.6	Resolver problemas que envolvam relações métricas do triângulo retângulo, incluindo o teorema de Pitágoras
	9G1.7	Reconhecer polígonos semelhantes ou as relações existentes entre ângulos e lados correspondentes nesses tipos de polígonos.	9G2.7	Resolver problemas que envolvam relações entre os elementos de uma circunferência/círculo (raio, diâmetro, corda, arco, ângulo central, ângulo inscrito).
	9G1.8	Reconhecer circunferência / círculo como lugares geométricos, seus elementos (centro, raio, diâmetro, corda, arco, ângulo central, ângulo inscrito).	9G2.8	Determinar o ponto médio de um segmento de reta ou a distância entre dois pontos quaisquer, dadas as coordenadas desses pontos no plano cartesiano
	9G1.9	Identificar retas ou segmentos de retas concorrentes, paralelos ou perpendiculares.	9G2.9	

	9G1.10	Identificar relações entre ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal.	9G2.10	
--	--------	---	--------	--

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024, Adaptado de BRASIL, 2018.

4 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR E A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

4.1 BNCC E SUA RELAÇÃO COM O SAEB E COM A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo no Brasil que define as competências e habilidades que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE) (BRASIL, 2018, p. 7).

Em consonância com esse propósito, a BNCC destaca a importância de os alunos resolverem problemas que envolvem números naturais, inteiros e racionais, utilizando diversas estratégias e compreendendo os processos matemáticos envolvidos (BRASIL, 2018).

Essa abordagem da BNCC é particularmente relevante ao considerarmos a relação entre a BNCC e a resolução de problemas em Matemática. Ressalta a necessidade de os alunos enfrentarem desafios geométricos que demandam não apenas números racionais, mas também números irracionais. Isso destaca a abordagem prática da BNCC, que visa não apenas à aquisição de conhecimentos teóricos, mas à aplicação efetiva desses conhecimentos em contextos desafiadores.

Ao analisar a interseção entre a BNCC, a resolução de problemas e o Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb), percebemos que a BNCC fornece diretrizes para o desenvolvimento de habilidades essenciais, incluindo a resolução de problemas em Matemática. O Saeb, por sua vez, incorpora essa ênfase ao avaliar o desempenho dos alunos em Língua Portuguesa e Matemática, incluindo a capacidade de resolver problemas práticos.

Dessa forma, a BNCC e o Saeb estão alinhados na promoção da resolução de problemas como uma competência fundamental, reconhecendo que essa habilidade não apenas reflete o entendimento conceitual, mas também a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. Essa abordagem integrada busca não apenas medir o

conhecimento, mas também cultivar habilidades essenciais para o sucesso acadêmico e profissional dos estudantes brasileiros.

4.2 LETRAMENTO MATEMÁTICO SEGUNDO A BNCC

O letramento matemático, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é fundamental para o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais no Ensino Fundamental. Este conceito abrange a capacidade dos alunos de "raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente" (BRASIL, 2018), promovendo o estabelecimento de conjecturas e a resolução de problemas em diversos contextos. A BNCC destaca que o letramento matemático não apenas reconhece a importância dos conhecimentos matemáticos para a compreensão e atuação no mundo, mas também ressalta o "caráter de jogo intelectual da matemática, incentivando o desenvolvimento do raciocínio lógico e crítico" (BRASIL, 2018).

Os processos matemáticos, tais como a resolução de problemas, a investigação, o desenvolvimento de projetos e a modelagem, são apontados como formas privilegiadas da atividade matemática, sendo ao mesmo tempo objeto e estratégia para a aprendizagem ao longo de todo o Ensino Fundamental. Esses processos são considerados potencialmente ricos para o desenvolvimento de competências fundamentais para o letramento matemático, incluindo "raciocínio, representação, comunicação e argumentação" (BRASIL, 2018).

Além disso, a BNCC preconiza o uso de tecnologias, como calculadoras e planilhas eletrônicas, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Essa abordagem visa estimular o desenvolvimento do pensamento computacional, envolvendo a interpretação e elaboração de algoritmos. No Ensino Médio, a ênfase recai sobre a construção de uma visão integrada da Matemática, aplicada à realidade em diferentes contextos.

A BNCC reconhece a importância das vivências cotidianas dos estudantes, considerando os avanços tecnológicos, as exigências do mercado de trabalho e outros aspectos sociais. Destaca-se também a relevância do uso de tecnologias digitais e aplicativos para a investigação matemática e o desenvolvimento contínuo do pensamento computacional. A área de Matemática e suas Tecnologias, no Ensino Médio, tem a responsabilidade de aproveitar o potencial já constituído pelos

estudantes no Ensino Fundamental, promovendo ações que ampliem o letramento matemático iniciado anteriormente, estimulando processos mais elaborados de reflexão e abstração. Essas ações visam permitir aos estudantes formular e resolver problemas em diversos contextos com autonomia e recursos matemáticos.

4.3 COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DA MATEMÁTICA

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o conceito de competência transcende a mera aplicação de conhecimentos técnicos. Definida como a mobilização integrada de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, a competência na BNCC emerge como uma ferramenta fundamental para lidar com demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do ambiente profissional. A BNCC visa, assim, promover uma formação holística dos estudantes, preparando-os não apenas para o mercado de trabalho, mas para a participação ativa e consciente na sociedade.

A estrutura da BNCC é cuidadosamente organizada para explicitar as competências a serem desenvolvidas ao longo de toda a Educação Básica, abrangendo a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Essas competências refletem direitos de aprendizagem e desenvolvimento, fornecendo uma base sólida para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Destaca-se que, ao longo da Educação Básica, os alunos são chamados a desenvolver as dez competências gerais da Educação Básica, buscando uma formação integral. Cada área do conhecimento, por sua vez, estabelece competências específicas que promovem a articulação horizontal entre as disciplinas, perpassando componentes curriculares, e a articulação vertical entre os anos iniciais e finais do Ensino Fundamental.

A competência específica, ao focar em cada área do conhecimento, é fundamental para garantir a progressão adequada dos alunos, considerando suas especificidades. No contexto da Matemática para o Ensino Fundamental, as competências específicas delineadas na BNCC são uma bússola orientadora, proporcionando não apenas a aquisição de conhecimentos matemáticos, mas também o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais.

A seguir, temos a tabela de competências de Matemática do Ensino Fundamental, extraída da BNCC, que destaca de maneira mais específica como esses princípios são aplicados à disciplina.

Tabela 2 - Competências específicas de Matemática

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE MATEMÁTICA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL	
1	Reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho.
2	Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.
3	Compreender as relações entre conceitos e procedimentos dos diferentes campos da Matemática (Aritmética, Álgebra, Geometria, Estatística e Probabilidade) e de outras áreas do conhecimento, sentindo segurança quanto à própria capacidade de construir e aplicar conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e a perseverança na busca de soluções.
4	Fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos presentes nas práticas sociais e culturais, de modo a investigar, organizar, representar e comunicar informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las crítica e eticamente, produzindo argumentos convincentes.
5	Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver

	problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.
6	Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens (gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas, e dados).
7	Desenvolver e/ou discutir projetos que abordem, sobretudo, questões de urgência social, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários, valorizando a diversidade de opiniões de indivíduos e de grupos sociais, sem preconceitos de qualquer natureza.
8	Interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente no planejamento e desenvolvimento de pesquisas para responder a questionamentos e na busca de soluções para problemas, de modo a identificar aspectos consensuais ou não na discussão de uma determinada questão, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024, Adaptado de BRASIL, 2018.

4.4 ESTRUTURAS DAS MATRIZES DA BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Fundamental é estruturada em unidades temáticas, objetos de conhecimento e habilidades, proporcionando uma base sólida para orientar o desenvolvimento curricular ao longo dessa etapa da educação básica. Essa organização visa promover uma abordagem integrada e progressiva nos diversos componentes curriculares.

As unidades temáticas constituem-se como conjuntos organizados de conteúdo, conceitos e processos de aprendizagem em cada área do conhecimento,

possibilitando uma visão abrangente e articulada dos temas explorados. Essa estrutura flexível permite uma adaptação às necessidades específicas de cada disciplina, favorecendo a compreensão ampla dos conteúdos.

Os objetos de conhecimento, por sua vez, são os elementos específicos que compõem cada unidade temática. Eles englobam conteúdos, conceitos e processos adaptados às particularidades de cada área, contribuindo para uma aprendizagem contextualizada e aplicada.

As habilidades, essenciais no contexto da BNCC, representam as competências que os alunos são incentivados a desenvolver. Relacionadas aos objetos de conhecimento, essas habilidades vão além da simples reprodução de informações, incluindo a capacidade de aplicar, analisar, interpretar e relacionar conhecimentos de maneira crítica.

Ao adotar essa estrutura, a BNCC busca não apenas transmitir conhecimentos, mas também desenvolver habilidades fundamentais para a formação integral dos estudantes. Desta forma, a BNCC proporciona uma base consistente para o Ensino Fundamental, promovendo uma educação mais integrada e alinhada às necessidades dos alunos. Essas considerações refletem o propósito delineado no documento oficial do Ministério da Educação (BRASIL, 2018).

4.5 HABILIDADES GEOMÉTRICAS NO CICLO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Tabela 3 - Habilidades da Unidade Temática Geometria do 5º ao 9º ano do Ensino Fundamental

UNIDADE TEMÁTICA	ANO	HABILIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS
	5º	(EF05MA14) Utilizar e compreender diferentes representações para a localização de objetos no plano, como mapas, células em planilhas eletrônicas e coordenadas geográficas, a fim de desenvolver as primeiras noções de coordenadas cartesianas.

		(EF05MA15) Interpretar, descrever e representar a localização ou movimentação de objetos no plano cartesiano (1º quadrante), utilizando coordenadas cartesianas, indicando mudanças de direção e de sentido e giros
		(EF05MA16) Associar figuras espaciais a suas planificações (prismas, pirâmides, cilindros e cones) e analisar, nomear e comparar seus atributos
		(EF05MA17) Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e desenhá-los, utilizando material de desenho ou tecnologias digitais.
		(EF05MA18) Reconhecer a congruência dos ângulos e a proporcionalidade entre os lados correspondentes de figuras poligonais em situações de ampliação e de redução em malhas quadriculadas e usando tecnologias digitais.
	6º	(EF06MA16) Associar pares ordenados de números a pontos do plano cartesiano do 1º quadrante, em situações como a localização dos vértices de um polígono.
		(EF06MA17) Quantificar e estabelecer relações entre o número de vértices, faces e arestas de prismas e pirâmides, em função do seu polígono da base, para resolver problemas e desenvolver a percepção espacial.
		(EF06MA18) Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e classificá-los em regulares e não regulares, tanto em suas representações no plano como em faces de poliedros.
		(EF06MA19) Identificar características dos triângulos e classificá-los em relação às medidas dos lados e dos ângulos.
		(EF06MA20) Identificar características dos quadriláteros, classificá-lo sem relação a lados e a ângulos e reconhecer a inclusão e a intersecção de classes entre eles.

		(EF06MA21) Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução, com o uso de malhas quadriculadas, plano cartesiano ou tecnologias digitais.
		(EF06MA22) Utilizar instrumentos, como réguas e esquadros, ou softwares para representações de retas paralelas e perpendiculares e construção de quadriláteros, entre outros.
	7º	(EF07MA19) Realizar transformações de polígonos representados no plano cartesiano, decorrentes da multiplicação das coordenadas de seus vértices por um número inteiro
		(EF07MA20) Reconhecer e representar, no plano cartesiano, o simétrico de figuras em relação aos eixos e à origem.
		(EF07MA21) Reconhecer e construir figuras obtidas por simetrias de translação, rotação e reflexão, usando instrumentos de desenho ou softwares de geometria dinâmica e vincular esse estudo a representações planas de obras de arte, elementos arquitetônicos, entre outros.
		(EF07MA22) Construir circunferências, utilizando compasso, reconhecê-las como lugar geométrico e utilizá-las para fazer composições artísticas e resolver problemas que envolvam objetos equidistantes
		(EF07MA23) Verificar relações entre os ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal, com e sem uso de softwares de geometria dinâmica
		(EF07MA24) Construir triângulos, usando régua e compasso, reconhecer a condição de existência do triângulo quanto à medida dos lados e verificar que a soma das medidas dos ângulos internos de um triângulo é 180° .
		(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.

		(EF07MA26) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um triângulo qualquer, conhecidas as medidas dos três lados.
		(EF07MA27) Calcular medidas de ângulos internos de polígonos regulares, sem o uso de fórmulas, e estabelecer relações entre ângulos internos e externos de polígonos, preferencialmente vinculadas à construção de mosaicos e de ladrilhamentos.
		(EF07MA28) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um polígono regular (como quadrado e triângulo equilátero), conhecida a medida de seu lado.
	8º	(EF08MA14) Demonstrar propriedades de quadriláteros por meio da identificação da congruência de triângulos.
		(EF08MA15) Construir, utilizando instrumentos de desenho ou softwares de geometria dinâmica, mediatriz, bissetriz, ângulos de 90°, 60°, 45° e 30° e polígonos regulares.
		(EF08MA16) Descrever, por escrito e por meio de um fluxograma, um algoritmo para a construção de um hexágono regular de qualquer área, a partir da medida do ângulo central e da utilização de esquadros e compasso.
		(EF08MA17) Aplicar os conceitos de mediatriz e bissetriz como lugares geométricos na resolução de problemas.
		(EF08MA18) Reconhecer e construir figuras obtidas por composições de transformações geométricas (translação, reflexão e rotação), com o uso de instrumentos de desenho ou de softwares de geometria dinâmica.
	9º	(EF09MA10) Demonstrar relações simples entre os ângulos formados por retas paralelas cortadas por uma transversal.
		(EF09MA11) Resolver problemas por meio do estabelecimento de relações entre arcos, ângulos centrais e ângulos inscritos na circunferência, fazendo uso, inclusive,

		de softwares de geometria dinâmica.
		(EF09MA12) Reconhecer as condições necessárias e suficientes para que dois triângulos sejam semelhantes.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024, Adaptado de BRASIL, 2018.

5 EXPLORAÇÃO DE PROBLEMAS DE GEOMETRIA

Nesta seção, entramos na fase prática da pesquisa, onde serão apresentadas questões de geometria com o intuito de aplicar conceitos e estratégias de resolução. O enfoque está em proporcionar aos estudantes não apenas a obtenção de respostas corretas, mas também o desenvolvimento de habilidades fundamentais para a compreensão e solução de problemas geométricos.

As questões propostas abrangem tópicos diversos da geometria, estimulando a aplicação de conhecimentos geométricos específicos. Durante o processo de resolução, os participantes serão desafiados a compreender a natureza de cada problema, identificar estratégias eficazes e aplicar conceitos geométricos de maneira prática.

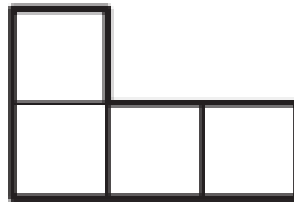
Neste segmento do trabalho, adentramos a fase prática da pesquisa, que consiste na aplicação do Método de Polya para a resolução de problemas de geometria, o qual compreende quatro etapas fundamentais: compreensão do problema, elaboração de um plano, execução do plano e revisão dos resultados. A ênfase recai não apenas sobre o resultado final, mas sobre o processo cognitivo envolvido em cada fase.

Ao final desta etapa, espera-se não apenas a apresentação das soluções, mas também compreensão sobre o processo cognitivo envolvido na resolução de problemas de geometria. Essa abordagem prática, em sintonia com as diretrizes da BNCC, visa fortalecer as competências matemáticas dos estudantes, promovendo uma aprendizagem mais significativa e alinhada com as demandas educacionais contemporâneas.

Problema 1 (2ª Fase OBMEP 2016, Nível 1, Questão 2):

1. A peça ilustrada abaixo é formada por quatro quadradinhos de 1 cm de lado. Observe que o perímetro desta peça, ou seja, a medida de seu contorno, é 10 cm.

Figura 1 – Questão 2 da OBMEP

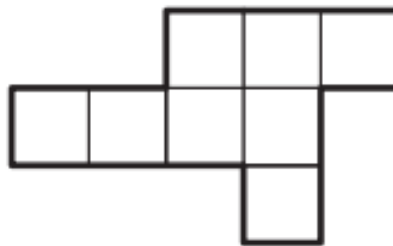


Fonte: (OBMEP; QUESTÕES, 2016)

Roberto forma figuras juntando duas dessas peças, sem sobreposição, e fazendo coincidir lados de quadradinhos.

a) Roberto formou a figura abaixo. Qual é o perímetro desta figura?

Figura 2 – Questão 2 da OBMEP



Fonte: (OBMEP; QUESTÕES, 2016)

Passo 1: Compreensão do Problema

- O que foi dado no enunciado?
- O que foi pedido?

Passo 2: Elaboração de um Plano

- Como podemos representar geometricamente a peça ilustrada?
- Quantos quadradinhos formam o contorno da peça ilustrada?
- Como podemos representar o perímetro da peça ilustrada matematicamente?

Passo 3: Execução do Plano

- Como podemos representar graficamente a união de duas peças sem sobreposição?
- Como podemos calcular o perímetro da nova figura formada pela união de duas peças?
- Podemos comparar o perímetro da figura original com o da nova figura? O que observamos?

Passo 4: Revisão dos Resultados

Incentivar uma revisão crítica dos passos dados.

b) *Ajude Roberto desenhando uma figura com perímetro igual a 12 cm no quadriculado da esquerda e outra com perímetro igual a 18 cm no quadriculado da direita.*

Figura 3 – Questão 2 da OBMEP



Figura com perímetro igual a 12 cm



Figura com perímetro igual a 18 cm

Fonte: (OBMEP; QUESTÕES,2016)

1. Compreensão do Problema:

- O que foi dado no enunciado? O que foi pedido?

2. Elaboração de um Plano:

- Como podemos extrair as informações dadas no enunciado?
- Como podemos representar geometricamente as figuras com os perímetros desejados?

- Como podemos representar matematicamente o perímetro de cada figura?

3. Execução do Plano:

- Apresentar uma abordagem prática para a resolução do problema.
- Desenhar ou visualizar as figuras com perímetro igual a 12 cm e 18 cm no quadriculado.
- Explorar diferentes maneiras de formar esses perímetros usando as peças dadas.
- Incentivar a contagem dos quadradinhos ao redor de cada figura e o cálculo do perímetro.
- Comparar as figuras desenhadas com os perímetros desejados.

4. Revisão dos Resultados:

- O que aprendemos ao desenhar essas figuras com os perímetros específicos?
- Podemos utilizar o que aprendemos aqui em situações semelhantes?

c) Explique por que Roberto nunca conseguirá formar uma figura com perímetro igual a 15 cm. (Lembre-se de que Roberto sempre faz coincidir lados de quadradinhos).

1. Compreensão do Problema

- O que foi dado no enunciado? O que foi pedido?

2. Elaboração de um Plano:

- Quais são as possíveis combinações de lados dos quadradinhos que poderíamos usar para formar uma figura?
- Como a coincidência de lados dos quadradinhos afeta a formação da figura?
- Quais são os valores possíveis para o comprimento dos lados, considerando que os quadradinhos têm 1 cm de lado?
- Podemos formar uma figura com um lado de 15 cm? E com dois lados de 15 cm?
- Como podemos expressar matematicamente o perímetro da figura em termos dos comprimentos dos lados?
- Como podemos justificar matematicamente que não é possível obter um perímetro de 15 cm?

3. Execução do Plano:

- Apresentar uma abordagem prática para a resolução do problema.
- Identificar os possíveis comprimentos dos lados da figura, considerando a unidade de medida (1 cm).
- Experimentar combinações de lados para formar figuras, destacando que as combinações não levam a um perímetro de 15 cm.
- Demonstração visual ou gráfica pode ser útil para ilustrar a impossibilidade.

4. Revisão dos Resultados:

- O que aprendemos ao tentar formar uma figura com perímetro igual a 15 cm?
- Podemos utilizar essa lógica em outras situações semelhantes?

Competências e Habilidades utilizadas (segundo a BNCC):

Competência específica (2): Desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.

Habilidades:

(EF05MA14) Utilizar e compreender diferentes representações para a localização de objetos no plano, como mapas, células em planilhas eletrônicas e coordenadas geográficas, a fim de desenvolver as primeiras noções de coordenadas cartesianas.

(EF06MA21) Construir figuras planas semelhantes em situações de ampliação e de redução, com o uso de malhas quadriculadas, plano cartesiano ou tecnologias digitais.

(EF06MA22) Utilizar instrumentos, como réguas e esquadros, ou softwares para representações de retas paralelas e perpendiculares e construção de quadriláteros, entre outros.

Habilidades da matriz de Matemática do 9º ano do Ensino Fundamental (segundo o Saeb):

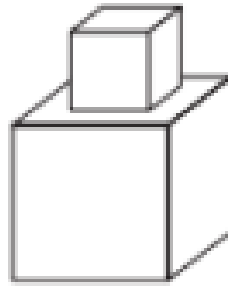
(9G2.2) Construir/Desenhar figuras geométricas planas ou espaciais que satisfaçam condições dadas.

Problema 2 (2ª Fase OBMEP 2009, Nível 1, Questão 4):

2. Pedro gasta 1 ml de tinta cinza para pintar 100 cm^2 de superfície.

- a) O sólido da figura foi feito colando uma face de um cubo de aresta 10 cm em uma face de um cubo de aresta 20 cm. Quantos ml de tinta Pedro precisa para pintar esse sólido?*

Figura 4 – Questão 4 da OBMEP



Fonte: (OBMEP; QUESTÕES,2009)

1.Compreensão do problema:

- O que foi dado no enunciado? O que foi pedido?

2. Elaboração de um plano:

- Quais combinações de áreas dos cubos podem ser utilizadas para calcular área total do sólido de forma eficiente?
- Como podemos expressar a área total do sólido em termos das áreas individuais dos cubos?
- Há alguma simplificação ou estratégia matemática que podemos aplicar para facilitar a análise dos cálculos?
- Como podemos determinar a quantidade de tinta necessária para pintar o sólido com base na sua área total?

3.Execução do plano:

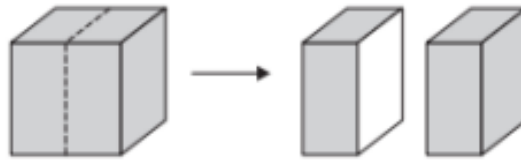
- Como podemos identificar as áreas das faces dos cubos envolvidos?
- Podemos experimentar diferentes combinações de áreas das faces dos cubos para encontrar a área total do sólido?
- Podemos usar alguma representação visual para facilitar nossa análise?

4-Revisão dos resultados:

- Existe alguma outra maneira de abordar esse problema que não consideramos?

b) Pedro gastou 54 ml de tinta para pintar um cubo e depois dividiu esse cubo pintado em dois blocos retangulares iguais, como na figura. Quantos ml a mais de tinta ele gastará para acabar de pintar esses dois blocos?

Figura 5 – Questão 4 da OBMEP



Fonte: (OBMEP; QUESTÕES,2009)

1.Compreensão do problema:

- O que foi dado no enunciado? O que foi pedido?

2. Elaboração de um Plano:

- Como podemos calcular a quantidade de tinta necessária para pintar uma única face do cubo?
- Como podemos calcular a quantidade de tinta para pintar as duas novas superfícies criadas pelo corte?
- Como podemos calcular a diferença entre a quantidade de tinta necessária para pintar as duas novas superfícies e a quantidade de tinta necessária para pintar uma face do cubo?

3.Execução do Plano:

- Como podemos identificar a quantidade de tinta necessária para pintar uma face do cubo?
- Quais estratégias podemos utilizar para calcular a diferença de tinta entre as duas novas superfícies e uma face do cubo?

4.Revisão dos resultados:

- Existe alguma outra maneira de abordar este problema que não consideramos?

c) Pedro gastou 54 ml de tinta para pintar outro cubo. Depois de pintado, esse cubo foi dividido em cubinhos iguais, e Pedro gastou mais 216 ml de tinta para pintar todas as faces dos cubinhos que não estavam pintadas. Em quantos cubinhos ele dividiu o cubo?

1. Compreensão do Problema:

- O que foi dado no enunciado? O que foi pedido?

2. Elaboração de um Plano:

- Como podemos determinar a quantidade de tinta gasta para pintar cada face do cubo inicialmente?

- Qual é a relação entre a quantidade de tinta gasta para pintar o cubo inteiro e a quantidade de tinta gasta para pintar uma única face?
- Como podemos determinar a quantidade total de tinta gasta para pintar as superfícies adicionais dos blocos retangulares após a divisão do cubo?
- Podemos usar alguma fórmula ou estratégia específica para calcular a quantidade de tinta adicional necessária para pintar os blocos?

3. Execução do Plano:

- Como podemos usar a informação sobre a quantidade de tinta gasta para pintar o cubo inicial para determinar a quantidade de tinta gasta para pintar uma única face?
- Como podemos calcular a quantidade total de tinta necessária para pintar as superfícies adicionais dos blocos retangulares após a divisão do cubo?
- Podemos usar alguma técnica específica para calcular a quantidade total de tinta adicional necessária?

4. Revisão dos Resultados:

- Os cálculos realizados estão corretos?
- A quantidade de tinta adicional determinada parece razoável e está de acordo com as expectativas?
- Há alguma outra abordagem ou estratégia que poderíamos ter utilizado para resolver o problema?

Competências e Habilidades utilizadas (segundo a BNCC):

Competência específica (5): Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.

Habilidades:

(EF05MA16) Associar figuras espaciais a suas planificações (prismas, pirâmides, cilindros e cones) e analisar, nomear e comparar seus atributos.

(EF06MA17) Quantificar e estabelecer relações entre o número de vértices, faces e arestas de prismas e pirâmides, em função do seu polígono da base, para resolver problemas e desenvolver a percepção espacial.

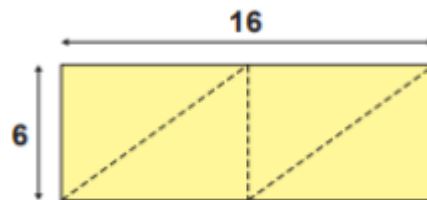
Habilidades da matriz de Matemática do 9º ano do Ensino Fundamental (segundo o Saeb):

(9G1.2) Relacionar o número de vértices, faces ou arestas de prismas ou pirâmides, em função do seu polígono a base.

Problema 3 (2ª Fase OBMEP 2022, Nível 2, Questão 3):

3. Janaína cortou uma cartolina retangular de 16 cm de comprimento e de comprimento e 6 cm de largura em quatro triângulos retângulos conforme mostra a figura.

Figura 6 – Questão 3 da OBMEP



Fonte: (OBMEP; QUESTÕES,2022)

a) Qual é a área de cada um desses triângulos?

1. Compreensão do Problema:

- Quais são as informações fornecidas sobre a cartolina e os triângulos?
- Qual é o objetivo final do problema?

2. Elaboração de um Plano:

- Como podemos calcular a área de cada triângulo retângulo?
- Podemos usar uma estratégia direta ou há alguma abordagem alternativa?

3. Execução do Plano:

- Qual é a fórmula da área de um triângulo retângulo?
- Como podemos aplicar essa fórmula aos dados fornecidos?
- Há outras maneiras de abordar o cálculo da área dos triângulos?

4. Revisão dos Resultados:

- Os resultados obtidos atendem ao que foi solicitado no problema?
- Existe alguma outra maneira de verificar a precisão dos resultados?

- b) Em seguida, Janaína usou os quatros triângulos para montar um quadrado com um buraco no seu interior, conforme mostrado na figura. Qual é a área do buraco?

Figura 7 – Questão 3 da OBMEP



Fonte: (OBMEP; QUESTÕES,2022)

1. Compreensão do Problema:

- O que foi fornecido no enunciado? Qual é a pergunta central?

2. Elaboração de um Plano:

- Quais são as medidas dos lados do triângulo e como podemos usá-las para encontrar a área?
- Como determinar o lado do quadrado formado pelos quatro triângulos?
- Como podemos determinar o lado do quadrado utilizando as medidas dos triângulos?
- Como calcular a área do buraco no centro do quadrado?

3. Execução do Plano:

- Como podemos calcular a área de um triângulo retângulo?
- Quais são as fórmulas ou métodos que podemos usar para encontrar a área de um triângulo?
- Qual é a relação entre os triângulos e o quadrado que eles formam?
- Como podemos determinar o lado do quadrado a partir dos triângulos?
- Como podemos encontrar o lado do buraco no centro do quadrado?
- Qual é a relação entre o buraco e os triângulos que o formam?

4. Revisão dos Resultados:

- Existe alguma outra maneira de abordar esse problema que não consideramos?

- c) Quanto mede o lado do quadrado que Janaína montou?

1. Compreensão do Problema:

- O que foi dado no enunciado? O que foi pedido?
- Qual informação específica é solicitada no problema?

2. Elaboração de um Plano:

- Como podemos determinar a área do quadrado formado pelos quatro triângulos e o buraco?
- Qual é a fórmula para calcular a área de um triângulo retângulo?
- Como podemos calcular a área de um quadrado?
- Existe alguma relação entre as áreas dos triângulos e a área do quadrado formado?
- Como podemos encontrar a medida do lado do quadrado?
- Qual é a relação entre a área do quadrado e a medida de seu lado?
- Como podemos encontrar a medida do lado do quadrado a partir da área total?

3. Execução do Plano:

- Quais são as medidas dos lados dos triângulos formados?
- Qual é a fórmula para calcular a área do buraco no centro do quadrado?
- Como podemos somar as áreas dos triângulos e a área do buraco?
- Qual é a fórmula para encontrar a medida do lado do quadrado a partir da área total?

4. Revisão dos Resultados:

- Qual é a relação entre as dimensões da cartolina original, os triângulos formados e o quadrado resultante?
- Existe alguma outra maneira de abordar esse problema que não consideramos?
- Há alguma técnica alternativa que poderia ser mais eficiente na resolução desse tipo de problema?

Ao conduzir essas etapas, busca-se não apenas resolver o problema proposto, mas também desenvolver habilidades de raciocínio lógico, representação geométrica e aplicação prática do conhecimento adquirido.

Competências e Habilidades (segundo a BNCC):

Competência específica (5): Utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados.

Habilidades:

(EF05MA17) Reconhecer, nomear e comparar polígonos, considerando lados, vértices e ângulos, e desenhá-los, utilizando material de desenho ou tecnologias digitais.

Habilidades da matriz de Matemática do 9º ano do Ensino Fundamental (segundo o Saeb):

(9G1.5) Identificar propriedades e relações existentes entre os elementos de um triângulo (condição de existência, relações de ordem entre as medidas dos lados e as medidas dos ângulos internos, soma dos ângulos internos, determinar medida de um ângulo interno ou externo).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da complexidade e dos desafios inerentes ao panorama educacional brasileiro, esta pesquisa buscou aprofundar-se na temática da "Resolução de Problemas de Geometria" como uma abordagem pedagógica estratégica para o desenvolvimento das habilidades matemáticas dos estudantes. Ao alinhar-se às diretrizes do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), procurou-se não apenas cumprir requisitos avaliativos, mas promover uma transformação efetiva no processo ensino/aprendizagem.

Ao longo deste estudo, ficou evidente que a resolução de problemas em geometria não é uma mera estratégia para enfrentar avaliações nacionais, mas sim uma ferramenta poderosa para fomentar uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos matemáticos. A geometria, por sua natureza visual e aplicável, revelou-se um ambiente propício para o desenvolvimento do pensamento lógico, da resiliência diante de desafios e da capacidade de aplicar conhecimentos em situações práticas.

A valorização do papel do professor destacou-se como um ponto crucial nesta abordagem. Seu papel transcende a mera transmissão de conhecimento, envolvendo uma compreensão sensível das necessidades dos estudantes, o estímulo à curiosidade e a promoção de um ambiente de aprendizado colaborativo. A formação continuada dos educadores, voltada para práticas alinhadas às exigências do SAEB e BNCC, é uma peça fundamental na promoção de uma educação de qualidade.

É essencial ressaltar que a resolução de problemas em geometria não deve ser encarada como uma estratégia isolada, mas sim como parte integrante de um processo educacional mais amplo. A pesquisa evidenciou a necessidade de uma abordagem holística, considerando não apenas os resultados em avaliações padronizadas, mas também o desenvolvimento integral dos estudantes, preparando-os para os desafios do século XXI.

Ao finalizar este trabalho, é possível afirmar que a resolução de problemas em geometria não é apenas uma ferramenta educacional, mas um meio de empoderar os estudantes, capacitando-os a enfrentar o mundo com confiança e habilidades sólidas. Que esta pesquisa possa contribuir para uma reflexão contínua sobre práticas pedagógicas e inspire novas abordagens que promovam uma educação mais eficaz e significativa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Caderno Prova Brasil: Avaliação do Rendimento Escolar 2013**. Brasília: MEC, SEB; Inep, 2013.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Testes e Questionários**. [S.l.]: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 31 ago. 2020. Atualizado em 21 ago. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/testes-e-questionarios>. Acesso em: 15 set. 2023.

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

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática**. Brasília: MEC / SEF, 1998.

BRASIL, Ministério da Educação (MEC). PDE: Plano de Desenvolvimento da Educação: Prova Brasil: ensino fundamental: matrizes de referência, tópicos e descritores. Brasília: MEC, SEB, 2008.

BRASIL. **Sistema de Avaliação da Educação Básica: Documentos de Referência versão 1.0**. Brasília, DF: MEC, INEP, DAEB, 2018. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2018/documentos/saeb_documentos_de_referencia-versao_1.0.pdf. Acesso em: 12 dez. 2023.

D'AMBRÓSIO, Beatriz S. **Como ensinar matemática hoje**. Temas e Debates. SBEM, ano II, v. 2, p. 15-19, 1989.

FERRÃO, Maria Eugenia *et al.* O SAEB–Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica: objetivos, características e contribuições na investigação da escola eficaz. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 18, n. 1/2, p. 111-130, 2001.

LUPINACCI, V. L. M.; BOTIN, M. L. M. Resolução de problemas no ensino de Matemática. Disponível em: <http://www.sbembrasil.org.br/files/viii/pdf/02/MC18361331034.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2024.

OBMEP. **Provas e Soluções de todas as Edições**. Disponível em: <https://www.obmep.org.br/provas.htm>. Acesso em: 15 ago. 2023.

OLIVEIRA, Romualdo Portela de; ARAUJO, Gilda Cardoso de. Qualidade do ensino: uma nova dimensão da luta pelo direito à educação. **Revista Brasileira de Educação**, p. 5-23, 2005.

DE LA ROSA ONUCHIC, Lourdes; ALLEVATO, Norma Suely Gomes. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **BOLEMA-Boletim de Educação Matemática**, v. 25, n. 41, p. 73-98, 2011.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: interciência, v. 2, p. 12, 1978.

PONTES, Edel Alexandre Silva. Método de polya para resolução de problemas matemáticos: uma proposta metodológica para o ensino e aprendizagem de matemática na educação básica. **HOLOS**, v. 3, p. 1-9, 2019.

RIBEIRO, Nídia Estelita de Souza. Os professores de matemática e suas percepções sobre as abordagens da resolução de problemas na BNCC. 2023.

ROMANATTO, Mauro Carlos. Resolução de problemas nas aulas de Matemática. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 6, n. 1, p. 299-311, 2012.

SOUSA, Helliton Maia. **A resolução de problemas como estratégia didática para o ensino da matemática**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará.

SOUZA, Samir Cristino de; DOURADO, Luis. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **Holos**, v. 5, p. 182-200, 2015.