

**ANÁLISE DE ERROS NA PRODUÇÃO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DO
MARANHÃO EM PROVAS DA OBMEP****ERROR ANALYSIS IN THE PRODUCTION OF HIGH SCHOOL STUDENTS
FROM MARANHÃO IN OBMEP EXAMS****ANÁLISIS DE ERRORES EN LA PRODUCCIÓN DE ESTUDIANTES DE
SECUNDARIA DE MARANHÃO EN EXÁMENES DE LA OBMEP**

10.56238/revgeov17n4-013

Valdiane Sales Araujo

Doutora em Matemática

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

E-mail: valdiane.sa@ufma.br

Renata de Faria Limeira Carvalho

Doutora em Matemática

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

E-mail: limeira.renata@ufma.br

Danilo José da Silva Gusmão

Graduando em Matemática Licenciatura

Instituição: Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

E-mail: danilo.jose@discente.ufma.br

RESUMO

Esta pesquisa faz parte de um amplo estudo dedicado a investigar dificuldades de aprendizado de estudantes do Ensino Básico em Matemática. Utilizou-se, como material de pesquisa, as provas da décima oitava edição da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), ocorrida em 2023. Através da análise de erros buscou-se categorizar os erros encontrados nas resoluções dos problemas e entender as motivações que conduziram à maioria deles. Para a condução da investigação, adotaram-se os pressupostos metodológicos de Bardin (2016), no que se refere à análise de conteúdo. A coleta e o tratamento dos dados foram realizados por meio da análise minuciosa das respostas dos participantes, o que permitiu obter uma visão detalhada dos equívocos mais frequentes. A análise revelou que as produções dos alunos apresentam dois tipos de falhas principais: erros de cálculo, relacionados à execução de procedimentos algébricos e aritméticos, e erros conceituais, vinculados à compreensão inadequada dos conteúdos matemáticos mobilizados na questão. Essa categoria se destacou pela sua recorrência, configurando-se como os principais obstáculos enfrentados pelos estudantes na resolução dos problemas. Com base nessa compreensão, os educadores podem planejar intervenções pedagógicas mais específicas, direcionadas e eficientes, contribuindo para a redução das falhas identificadas. A metodologia utilizada segue uma abordagem mista, unindo métodos qualitativos e quantitativos.

Palavras-chave: Análise de Erros. Ensino de Matemática. Funções.

ABSTRACT

This research is part of a broader study dedicated to investigating learning difficulties in mathematics among basic education students. The research material used was the data from the eighteenth edition of the Brazilian Mathematics Olympiad for Public Schools (OBMEP), held in 2023. Through error analysis, the aim was to categorize the errors found in the problem solutions and understand the motivations that led to most of them. The methodological assumptions of Bardin (2016) regarding content analysis were adopted for conducting the investigation. Data collection and processing were carried out through meticulous analysis of the participants' responses, which allowed for a detailed view of the most frequent errors. The analysis revealed that the students' work presents two main types of flaws: calculation errors, related to the execution of algebraic and arithmetic procedures, and conceptual errors, linked to an inadequate understanding of the mathematical content involved in the question. This category stood out due to its recurrence, representing the main obstacles faced by students in solving problems. Based on this understanding, educators can plan more specific, targeted, and efficient pedagogical interventions, contributing to the reduction of the identified shortcomings. The methodology used follows a mixed approach, combining qualitative and quantitative methods.

Keywords: Error Analysis. Mathematics Teaching. Functions.

RESUMEN

Esta investigación forma parte de un estudio más amplio dedicado a investigar las dificultades de aprendizaje en matemáticas entre estudiantes de educación básica. El material de investigación utilizado fueron los datos de la decimotava edición de la Olimpiada Brasileña de Matemáticas para Escuelas Públicas (OBMEP), celebrada en 2023. Mediante el análisis de errores, se buscó categorizar los errores encontrados en las soluciones de los problemas y comprender las motivaciones que los originaron. Para llevar a cabo la investigación, se adoptaron los supuestos metodológicos de Bardin (2016) sobre análisis de contenido. La recolección y el procesamiento de datos se realizaron mediante un análisis minucioso de las respuestas de los participantes, lo que permitió una visión detallada de los errores más frecuentes. El análisis reveló que el trabajo de los estudiantes presenta dos tipos principales de fallas: errores de cálculo, relacionados con la ejecución de procedimientos algebraicos y aritméticos, y errores conceptuales, vinculados a una comprensión inadecuada del contenido matemático involucrado en la pregunta. Esta categoría se destacó por su recurrencia, representando los principales obstáculos que enfrentan los estudiantes al resolver problemas. A partir de este conocimiento, los educadores pueden planificar intervenciones pedagógicas más específicas, focalizadas y eficaces, contribuyendo a la reducción de las deficiencias identificadas. La metodología empleada sigue un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos.

Palabras clave: Análisis de Errores. Enseñanza de las Matemáticas. Funciones.



1 INTRODUÇÃO

Ao longo de sua trajetória, a Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP) consolidou-se como um programa de grande valor para incentivar o aprendizado da Matemática e descobrir talentos nas escolas públicas brasileiras, com objetivos principais (BRASIL, 2026):

- Estimular e promover o estudo da Matemática;
- Contribuir para a melhoria da qualidade da educação básica, possibilitando que um maior número de alunos brasileiros possa ter acesso a material didático de qualidade;
- Identificar jovens talentos e incentivar seu ingresso em universidades, nas áreas científicas e tecnológicas;
- Incentivar o aperfeiçoamento dos professores das escolas públicas, contribuindo para a sua valorização profissional;
- Contribuir para a integração das escolas brasileiras com as universidades públicas, os institutos de pesquisa e com as sociedades científicas;
- Promover a inclusão social por meio da difusão do conhecimento.

A relevância desses objetivos reside, primordialmente, na capacidade da olimpíada em atuar como um catalisador para o engajamento discente. Destaca-se, em especial, o fomento ao estudo para aqueles alunos que já demonstram uma afinidade intrínseca com o raciocínio lógico-matemático, validando e potencializando seus talentos precoces. No entanto, a função da OBMEP transcende a mera identificação de competências individuais. Seus demais objetivos, que perpassam desde a integração das escolas públicas com centros de pesquisa até a valorização do corpo docente, compõem um mosaico complexo de políticas públicas de incentivo. Embora a análise minuciosa de cada um desses pilares exceda o escopo delimitado para este trabalho, é imperativo reconhecer que eles operam de forma sistêmica para mitigar as lacunas do ensino formal e democratizar o acesso ao conhecimento científico avançado.

A OBMEP é realizada todos os anos em todo o país desde 2005. As provas realizadas na segunda fase são constituídas de questões abertas. Dessa forma, as resoluções servem como fonte de pesquisa e podem revelar as necessidades e fragilidades do ensino de Matemática em todo o território nacional. Pensando nisso, esta pesquisa se debruçou sobre os erros cometidos pelos estudantes nas resoluções do problema de que trata a questão 3 que aborda conhecimentos relacionados ao estudo das funções, (Araujo *et al.* 2024).

O estudo voltado à investigação dos erros cometidos por estudantes de escolas públicas na OBMEP representa um passo na direção de compreender as dificuldades enfrentadas pelos estudantes em relação ao aprendizado de conteúdos matemáticos e à aplicação destes conteúdos na resolução de problemas.

Assim, a verificação e análise das resoluções apresentadas pelos estudantes nas provas vai além da simples quantificação dos erros e acertos, busca compreender de que maneira os alunos interpretam e aplicam conceitos matemáticos para a resolução de problemas. Com esta análise, pretende-se



ter uma visão mais realista das dificuldades, erros e acertos obtidos no processo de ensino e aprendizagem da matemática no Ensino Médio nas escolas públicas do estado.

Diante dessa perspectiva, a pesquisa buscou identificar e categorizar os erros mais recorrentes cometidos por estudantes do Ensino Médio em 160 provas da segunda fase da OBMEP 2023, aplicadas na capital maranhense. Este estudo concentrou-se especificamente na questão 3 da prova, composta por três itens (a, b e c), totalizando 480 itens. Ressalta-se que a participação na olimpíada é aberta a estudantes com distintos níveis de conhecimento, inclusive aqueles que contam apenas com o ensino regular oferecido nas escolas públicas, o que reforça sua relevância como instrumento de diagnóstico da aprendizagem. Além disso, o fato de não se tratar de uma prova elaborada para servir de base para o estudo de análise de erros permite uma visão realista dos conhecimentos dos estudantes em matemática e de suas habilidades quando o assunto é resolução de problemas (Araujo et al., 2024).

O exame de erros no contexto do ensino de Matemática tem se consolidado como área de pesquisa essencial para o aprimoramento das práticas de sala de aula. Como aponta Cury (2007), diversos estudos realizados nas últimas décadas destacam a relevância do tema, evidenciando o esforço de pesquisadores em diversos países para compreender os obstáculos encontrados pelos alunos e avaliar a efetividade das metodologias empregadas. Com o intuito de aprofundar o entendimento sobre tais dificuldades, este trabalho contou com o apoio de pesquisadores da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e de coordenadores regionais da OBMEP no estado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os erros podem constituir uma ferramenta poderosa para diagnosticar dificuldades de aprendizagem e, conseqüentemente, guiar o educador na direção de novas abordagens de ensino que permitam aos estudantes superarem obstáculos construindo conhecimento que atendam às suas reais necessidades. Pesquisas que utilizam essa interpretação do papel dos erros têm proporcionado contribuições valiosas para o ensino de matemática além de proporcionar uma visão mais realista e consciente sobre as diferenças individuais e dificuldades na aprendizagem, e também promovem a percepção da ineficiência de remediar erros simplesmente explicando o mesmo tópico novamente ou atribuindo exercícios práticos adicionais (Borasi, 1987).

Para Cury (2007), detectar os erros dos alunos apenas para conhecê-los não os ajuda a se conscientizarem das dificuldades, nem superá-las. É preciso compreender o que o aluno sabe e como determinado conhecimento, estabelecido em certo momento de sua história de vida, está impedindo a superação da dificuldade e o que suas respostas estão encobrendo em termos de não conhecimento. Cury (2007) destaca que,



[...] na análise das respostas dos alunos, o importante não é o acerto ou o erro em si – que são pontuados em uma prova de avaliação da aprendizagem –, mas as formas de se apropriar de um determinado conhecimento, que emergem na produção escrita e que podem evidenciar dificuldades de aprendizagem.

Para Rodrigues (2016), a análise de conteúdo não é um método rígido, no sentido de uma receita com etapas bem delineadas até chegar à constituição das categorias, mas sim um tipo de análise que pode ser utilizado para inferir-se sobre dados qualitativos. Santos et al. (2020) defendem que ao analisar as produções escritas dos alunos seja levado em conta sobretudo o conteúdo dessa produção. A análise de erros pode ser realizada por meio de diversas técnicas de análise de conteúdo, como a categorização temática, a análise de discurso e a análise de conteúdo quantitativa. Nesta pesquisa seguiremos os pressupostos metodológicos de Bardin (2016) e Cury (2007). Além disso, é fundamental que a análise de erros seja realizada de forma sistemática e criteriosa, levando em conta não apenas os erros em si, mas também o contexto em que eles foram produzidos. Dessa forma, é possível compreender as possíveis causas dos erros e propor estratégias de ensino que possam ajudar os estudantes a superar as dificuldades de aprendizado nestes conteúdos.

A escolha da questão a ser analisada foi motivada pela importância do conteúdo matemático que ela aborda. O conceito de função é considerado um dos mais importantes de toda a Matemática. As funções são instrumentos por excelência para estudar problemas de variação. Uma dada grandeza pode variar no tempo, no espaço, variar segundo outras grandezas, e mesmo variar simultaneamente em diversas dimensões (Ponte, 1990).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que orienta e estrutura o ensino no Brasil, a capacidade de leitura e interpretação dos dados apresentados em tabelas e gráficos são desenvolvidas progressivamente, desde o Ensino Fundamental aprofundando-se no Ensino Médio. Este processo tem início com o emprego de gráficos e colunas simples (EF01MA21), passando por tabelas de dupla entrada e gráficos de barras (EF03MA27), e evoluindo para a interpretação de diversas representações (EF04MA27, EF05MA24, EF06MA32), (Brasil, 2018). O objetivo é capacitar o estudante a compreender e analisar criticamente informações referentes a situações reais usando essas linguagens para entender aspectos da realidade sociocultural e tomar decisões com base em informações.

O estudo de funções no Ensino Médio tem como finalidade consolidar e aprofundar a compreensão dos conceitos fundamentais, bem como ampliar sua aplicabilidade em diferentes contextos matemáticos e em situações do cotidiano. De acordo com a BNCC (Brasil, 2018), esse estudo deve favorecer o desenvolvimento do pensamento algébrico, da análise de variações e da interpretação de diferentes representações, como algébrica, gráfica, tabular e verbal, possibilitando ao estudante estabelecer relações entre grandezas e modelar fenômenos reais. Nesse sentido, destacam-se algumas habilidades previstas no documento que dialogam diretamente com o presente estudo (BRASIL, 2018,



p. 534):

- (EM13MAT404) Analisar funções definidas por uma ou mais sentenças (tabela do Imposto de Renda, contas de luz, água, gás etc.), em suas representações algébrica e gráfica, identificando domínios de validade, imagem, crescimento e decrescimento, e convertendo essas representações de uma para outra, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
- (EM13MAT302) Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
- (EM13MAT402) Converter representações algébricas de funções polinomiais de 2º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais uma variável for diretamente proporcional ao quadrado da outra, recorrendo ou não a softwares ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica, entre outros materiais.
- (EM13MAT502) Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 2º grau do tipo $y = ax^2$.

O principal objetivo desta pesquisa é detectar dificuldades de aprendizado, ou falhas na compreensão de conceitos matemáticos, no caso em questão, o conceito de função, através da análise das resoluções apresentadas pelos estudantes e identificar as dificuldades mais recorrentes na resolução dessas questões. Para isso fez-se a categorização dos erros encontrados nas resoluções dos problemas.

Para sustentar a análise, realizou-se uma pesquisa bibliográfica para fundamentar a análise dos dados obtidos. A metodologia utilizada segue uma abordagem mista, unindo métodos qualitativos e quantitativos. Segundo Bortoloti (2015), a pesquisa quantitativa busca mensurar dados por meio de técnicas estatísticas, enquanto a qualitativa se concentra na interpretação e compreensão dos fenômenos. Dessa forma, este trabalho pretende não apenas contabilizar os erros presentes nas provas, mas também compreender suas origens e apontar caminhos possíveis para a superação de dificuldades no ensino de matemática nas escolas públicas do Maranhão para proporcionar um aprendizado consistente e de qualidade.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir os objetivos propostos pelo projeto foram utilizadas, como material de investigação, as provas do Nível 3 da segunda fase da OBMEP, realizada em 2023, respondidas por estudantes do Ensino Médio do Maranhão. Dessas provas foi selecionada a Questão 3, composta por três itens (*a*, *b* e *c*), que abordam o conceito de função.

De acordo com Bardin (2016) a constituição do corpus da pesquisa se dá pela escolha dos documentos, e consiste na demarcação do universo dos documentos que será analisado. O corpus de análise desta pesquisa foi composto por uma amostra retirada de uma amostra maior composta de 1.524 provas.

Em 2023, 4.165 estudantes do Ensino Médio participaram da segunda fase da OBMEP em



todo o estado do Maranhão. Para a realização deste estudo fez-se necessário selecionar uma amostra que fosse representativa da quantidade total de provas realizadas em todos os municípios participantes da olimpíada naquele ano. Assim, no processo de construção da amostra, para garantir a representatividade, adotou-se uma amostra estratificada por município. Dessa forma, considerando $N = 4.165$ provas, erro amostral (e) de 2%, o nível de confiança de 95% para determinar o valor de z e a proporção (p) de 0,5, obteve-se o seguinte valor amostral (n):
$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) + z^2 \cdot p \cdot q} = 1.524$$
.

Em São Luís, 435 estudantes realizaram a prova da segunda fase da OBMEP em 2023. Utilizou-se este total para o cálculo da amostra referente a este município. Após a estratificação, o número total de provas da capital a serem analisadas foi 160.

Com o quantitativo definido, a coleta da amostra seguiu o critério de seleção a cada três provas, com início aleatório, ou seja, selecionou-se a primeira prova e as demais a cada três.

3.1 TRATAMENTO DO MATERIAL COLETADO

Após a seleção das provas que compõem a amostra, a questão escolhida para análise foi digitalizada para facilitar o estudo. Cada prova recebeu um código X-N-Y, onde X representa o município, N o número da questão e Y a ordem da prova conforme a sequência dos participantes.

A metodologia aplicada para a análise dos erros foi a Análise de Conteúdo, conforme os procedimentos descritos por Bardin (2016). A análise foi desenvolvida em três etapas principais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

- a) **Pré-análise:** foi realizada uma leitura preliminar e abrangente do material, com o objetivo de avaliar as respostas. As produções dos alunos foram classificadas em três grupos: respostas totalmente corretas, parcialmente corretas e incorretas, sendo contabilizado o número de respostas em cada categoria;
- b) **Exploração do material:** nessa etapa, foi realizada a unitarização e categorização das respostas parcialmente corretas e incorretas, estabelecendo critérios claros para a criação das categorias de erro. Isso permitiu a interpretação detalhada dos dados, identificando os tipos de erros mais frequentes e suas possíveis causas;
- c) **Tratamento dos resultados:** os dados foram organizados em quadros que apresentam as categorias identificadas, acompanhadas das respectivas frequências e percentuais. Além disso, foi produzido um texto-síntese que resumiu cada categoria, ilustrando com exemplos dos erros cometidos pelos estudantes.

Para a categorização das respostas dos estudantes criou-se, inicialmente, com base nos erros encontrados, as Unidades de Contexto (UC) e as Unidades de Registro (UR). Conforme Bardin (2016), a Unidade de Contexto funciona como um suporte de compreensão indispensável para a codificação da Unidade de Registro. Cada UC caracteriza-se por ser um segmento textual de dimensões maiores,



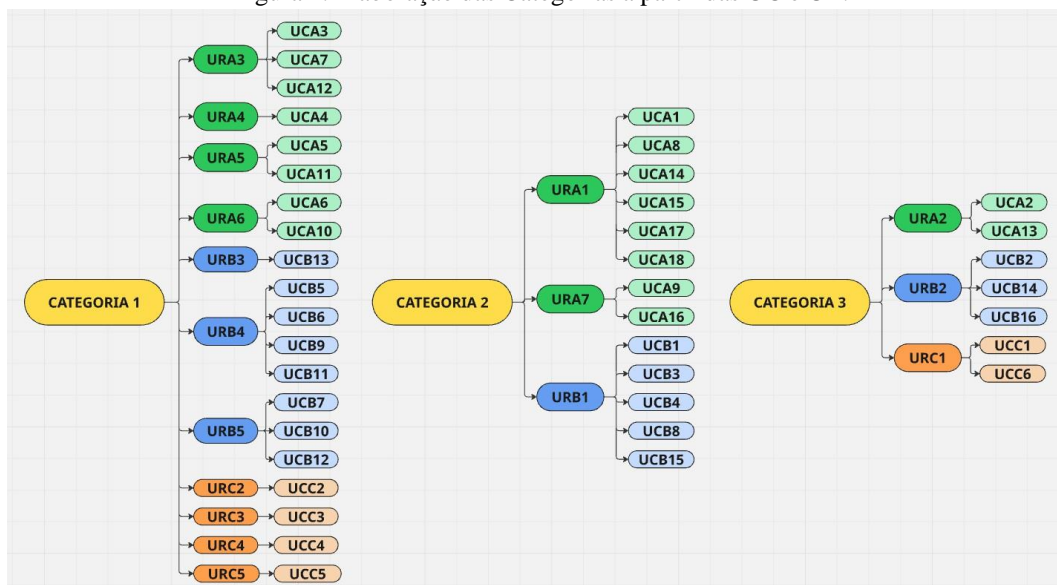
servindo para esclarecer o significado preciso do que está sendo analisado.

A partir do estabelecimento das Unidades de Contexto, foram criadas as Unidades de Registro que é a unidade de significação codificada que corresponde ao segmento de conteúdo considerado unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial (Bardin, 2016). A autora ressalta que essas unidades podem ser identificadas tanto em nível semântico quanto linguístico.

A análise do material iniciou-se pela leitura flutuante das provas. Para sermos mais objetivos e termos a real noção das necessidades e dificuldades que seriam enfrentadas, optou-se por dividir as 160 provas de São Luís em quatro pastas: SLA, SLB, SLC e SLD, cada pasta contendo 40 provas.

A partir da análise inicial, criou-se uma lista de Unidades de Contexto para descrever os erros encontrados nas resoluções dos estudantes. Em seguida, as UC foram agrupadas em Unidades de Registro. Após essa fase da classificação fizemos um refinamento e agrupamos as UR criando assim as Categorias. Ao final da análise das quatro pastas tivemos o seguinte fluxograma como mostra a figura 1.

Figura 1. Elaboração das Categorias a partir das UC e UR.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

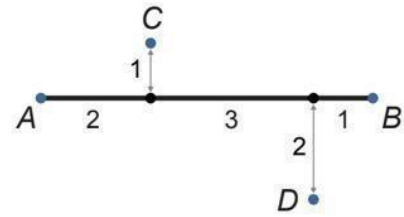
A interpretação dos dados da investigação é feita a partir das categorias apresentadas e exemplificadas. A fundamentação teórica para essa interpretação foi buscada entre estudos e autores que auxiliam na análise dos problemas detectados. Neste caso, inicialmente analisamos as respostas e posteriormente buscamos uma possível explicação para os erros.

A questão 3 é composta de três itens, além da leitura e interpretação, trazia conteúdos básicos como: as quatro operações, potências e equações. Apresenta-se, a seguir, na figura 2, o enunciado dessa questão:

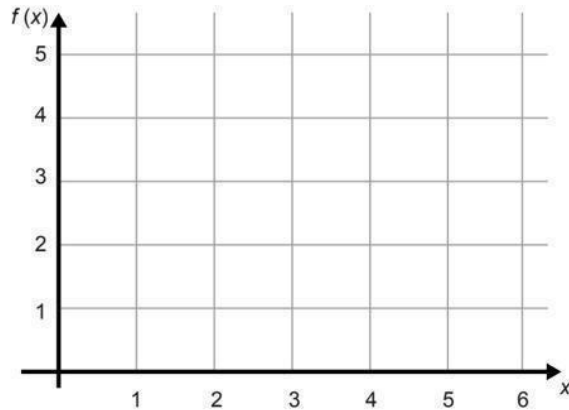


Figura 2. Enunciado da questão 3.

3. Um carro percorre o trajeto retilíneo AB indicado na figura. Nas proximidades do trajeto, existem antenas de celular com suas bases nos pontos C e D , também indicados. A distância do carro ao ponto A é representada por x . Considere a função f que associa x ao quadrado da distância do carro à base da antena mais próxima. Por exemplo, quando o carro está em A , a antena mais próxima é C e o quadrado da distância do carro a ela é $2^2 + 1^2 = 5$; portanto, $f(0) = 5$.



- Qual é o valor de $f(3)$?
- Qual é o valor de x para que as distâncias do carro às antenas sejam iguais?
- Faça o gráfico da função f .



Fonte: OBMEP 2023.

A resolução correta do item *a* poderia utilizar o Teorema de Pitágoras para calcular as distâncias do ponto $x = 3$ aos pontos C e D e depois comparar estas distâncias concluindo que a antena com base no ponto C estaria mais próxima que a antena situada no ponto D , concluindo assim $f(3) = 2$.

O item *b* exige uma compreensão mais acurada das informações presentes no texto. As distâncias até as bases das antenas serão iguais em um ponto x localizado entre os pontos F (projeção, na reta, do ponto C) e G (projeção na reta do ponto D), (figura 2). O quadrado da distância de x até C é dado pela expressão $5 - 4x + x^2$ e o quadrado da distância de x até D é de $29 - 10x + x^2$. Igualando as duas expressões chega-se a $6x = 24$. Assim, que as distâncias até as bases C e D são iguais.

A resolução do item *c* exige maior capacidade de abstração. O estudante precisa perceber que a função muda o comportamento dependendo de onde o ponto está, isso origina uma função definida por mais de uma sentença. Além disso, o estudante deve ser capaz de representar graficamente este comportamento. A dificuldade em resolver o item *c* já é esperada por se tratar de uma etapa do problema que exige do estudante um conhecimento mais aprofundado do tema.

A seguir, apresentamos as Unidades de Registros geradas a partir das Unidades de Contextos criadas com base na análise dos erros contidos nas respostas do item ‘a’ questão 3.



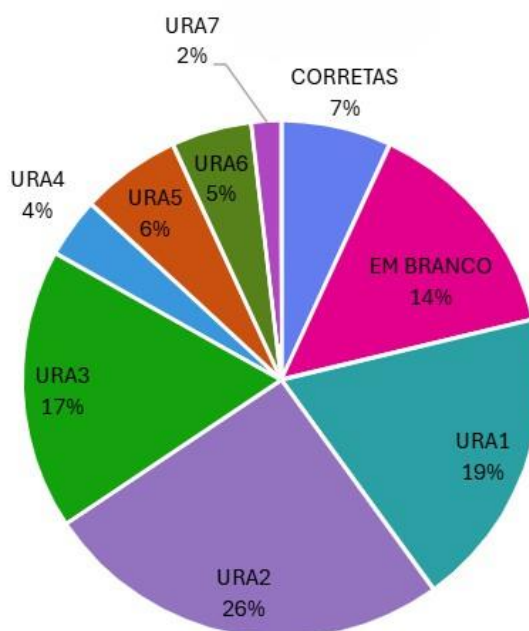
Quadro 1. Referente às unidades de registro do item *a* da questão 3.

ITEM (A)	DESCRIÇÃO UNIDADES DE REGISTROS
URA1	A resolução apresenta apenas a repetição do exemplo dado no enunciado.
URA2	A resolução apresenta resposta errada sem justificativa.
URA3	Sugere que a torre mais próxima é a torre D.
URA4	Representa <i>f</i> com uma função afim: $f(x) = ax + b$.
URA5	Representa <i>f</i> como uma função do tipo $f(x) = 2^2 + 1^2 + x^2$.
URA6	Considera erradamente a posição do <i>x</i> na reta.
URA7	A resolução desconsidera o enunciado e apresenta resolução errada.

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A seguir, apresenta-se a análise estatística referente à questão 3 item (a).

Figura 3. Análise estatística das URAs.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A seguir, apresentamos as Unidades de Registros geradas a partir das Unidades de Contextos criadas com base na análise dos erros contidos nas respostas do item (b) questão 3.

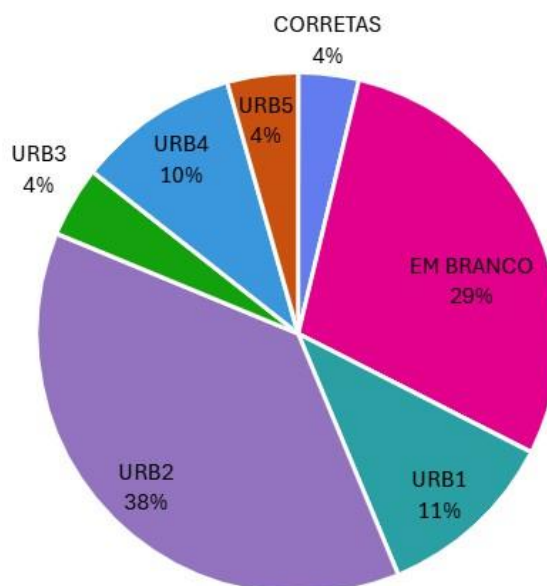
Quadro 2. Referente às unidades de registro do item *b* da questão 3.

ITEM (B)	DESCRIÇÃO UNIDADES DE REGISTROS
URB1	A resolução apresenta a repetição do exemplo dado no enunciado ou da alternativa A e às vezes dividido pela quantidade de antenas.
URB2	A resolução apresenta resposta errada sem justificativa.
URB3	Sugere que a distância das antenas C e D é 5 e/ou dividindo por 2 chega a um resultado.
URB4	Sugere a soma dos valores da reta e/ou dividindo pela quantidade de antenas chega a um resultado.
URB5	Sugere a soma ou multiplica outros valores (como o exemplo e a letra a) e/ou dividindo por 2 chega a um resultado.

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A seguir, apresenta-se a análise estatística referente à questão 3 item *b*.

Figura 4. Análise estatística das URBs.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A seguir, apresentamos as Unidades de Registros geradas a partir das Unidades de Contextos criadas com base na análise dos erros contidos nas respostas do item (c) questão 3.

Quadro 3. Referente às unidades de registro do item *c* da questão 3.

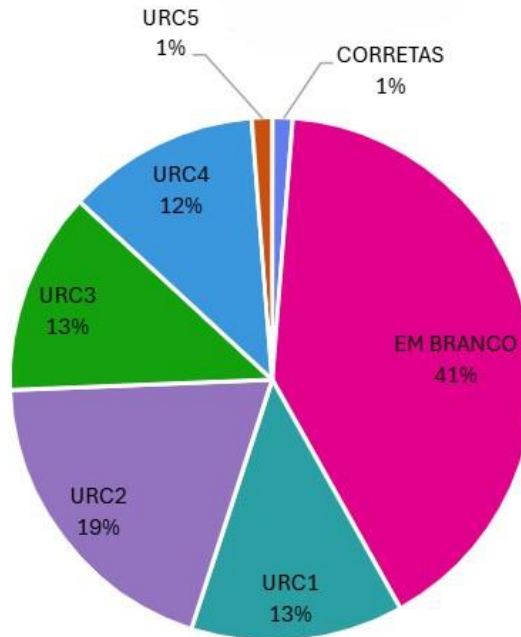
ITEM (C)	DESCRIÇÃO UNIDADES DE REGISTROS
URC1	A resolução não representa gráfico de função.
URC2	A resolução representa o gráfico de uma função afim.
URC3	A resolução representa uma parábola, mas não representa o gráfico da função.
URC4	Marca apenas alguns pontos no gráfico.
URC5	Acerta parcialmente a construção do gráfico.

Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

A seguir, apresenta-se a análise estatística referente à questão 3 item (c).



Figura 5. Análise estatística das URCs.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores.

Na sequência exploratória, pelas confluências das UR, por um processo de refinamento/categorização, foram constituídas 3 categorias:

- a) C1 - A resolução da questão apresenta erros de cálculos e conceituais;
- b) C2 - O enunciado da questão não é tomado como base para a resolução;
- c) C3 - A resolução apresenta resposta errada sem justificativa.

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS ENCONTRADOS

Para responder corretamente o item *a* do exercício o estudante poderia usar o Teorema de Pitágoras para calcular a distância ao quadrado do carro até o ponto C e a distância até o ponto D e comparar os valores encontrados, verificando que $f(3) = 2$ logo o ponto mais próximo é o ponto C.

De acordo com a análise dos erros encontrados nas resoluções do item (a) a maioria das ocorrências estão relacionadas a “Resposta incorreta sem justificativa” (URA2). A maioria dessas resoluções apresentaram um número aleatório, passando a ideia de que o estudante escreveu qualquer coisa para não deixar o exercício sem uma resposta. Nestes casos não se observou uma justificativa que utilizasse os dados apresentados no problema o que pode representar indício do não entendimento do enunciado da questão. Para estas resoluções é difícil saber qual o raciocínio do aluno, qual sua estratégia para a resolução, quais suas dificuldades, ou mesmo se ele tentou resolver a questão. Uma análise parecida pode ser feita a respeito das resoluções associadas à URA1, aquelas em que os estudantes apenas repetiram o exemplo dado na questão.

Com 17% de ocorrência, à URA3 foram associadas as resoluções que sugerem que a torre mais próxima é a torre D. O equívoco, neste caso, se deve a uma interpretação equivocada da localização do



x na reta conforme é assinalado pela UCA3.

Para responder corretamente o item *b*, o estudante deveria verificar que a posição correta de x para que as distâncias sejam iguais deve ser entre os pontos F e G na reta. Depois, ele deveria escrever as expressões que representam essas distâncias e igualá-las para encontrar o valor de x .

De acordo com a análise feita para os erros catalogados neste item, a maioria das ocorrências estão relacionadas às respostas incorretas sem justificativas, conforme descrito pela URB2, com 38% das provas analisadas. Em segundo lugar estão as resoluções em que os estudantes apenas repetiram o exemplo dado no enunciado da questão (URB1) e em terceiro lugar os erros em que o estudante apenas soma os valores da reta ou soma e divide pela quantidade de pontos (URB4). Na maioria das resoluções os estudantes não conseguiram desenvolver um raciocínio que levasse ao resultado esperado.

Para a resolução do item (c) o estudante deveria definir a função corretamente com sua lei de formação e os intervalos de definição para então esboçar o gráfico.

As resoluções apresentadas para este item foram menos numerosas que as dos itens anteriores, em cerca de 41% das provas este item ficou em branco. A UCR2 concentrou o maior número de erros, 19%. Nestes casos, os estudantes não conseguiram identificar a função f como uma função quadrática, identificando-a com uma função afim, e assim esboçaram uma reta ou segmento de reta para representar o gráfico. As unidades de registro URC3 e URC1 apresentaram percentuais iguais, 13%, mas estas UR assinalam erros bem distintos. À URC1 foram relacionadas as resoluções em que os estudantes não conseguiram representar um gráfico de função enquanto que a URC3 está relacionada àquelas provas em que os estudantes conseguiram esboçar uma parábola e mesmo assim não obtiveram êxito na resolução do item.

Conforme apresentado e discutido em outros estudos (Araujo et al., 2024; Borasi 1987; Cury 2007; Santos et al., 2020) a dificuldade de leitura e interpretação pode ter um impacto significativo na resolução de problemas matemáticos entre estudantes do Ensino Básico. No caso da questão analisada neste estudo pode-se observar ainda a dificuldade em aplicar conceitos básicos envolvendo função além de dificuldades na execução de operações aritméticas básicas. Neste caso, intervenções que visem aperfeiçoar a leitura e interpretação de problemas são necessárias e urgentes tendo em vista que este é um pré-requisito básico para a resolução de problemas. Não menos importante que o desenvolvimento da leitura é a necessidade de sanar, com a maior brevidade possível, as dificuldades em aritmética básica, especialmente no que se refere às quatro operações. Isso se justifica pelo fato de ser comum que estudantes ingressem no ensino superior apresentando tais lacunas, as quais acarretam obstáculos adicionais significativos e, conseqüentemente, exercem impacto prejudicial em sua formação profissional.

Em síntese, obtivemos a seguinte análise por Categoria para os erros encontrados nas resoluções:



- A categoria C1 foi a mais recorrente, com 43% de incidência. Isso indica que a maioria dos erros cometidos pelos estudantes envolve simultaneamente falhas conceituais e de cálculo, ou seja, o aluno não domina os conceitos matemáticos necessários para a resolução da questão, desconhecendo conteúdos abordados como função, noção de distância, Teorema de Pitágoras, ou não sabendo aplicá-los. Além disso, também comete erros na execução de operações algébricas simples.
- C3 foi a segunda categoria mais predominante com 35% de ocorrência. Reflete respostas incorretas e sem qualquer justificativa, sugerindo que muitos alunos ou não sabiam como resolver o problema ou não se preocuparam em demonstrar raciocínio, limitando-se a escrever um número aleatório como solução.
- O menor percentual foi registrado na categoria C2 com 22% de ocorrência. Isso indica que, em 22% dos casos analisados, os estudantes ignoraram total ou parcialmente as informações do enunciado, resolvendo o problema com base em suposições próprias, repetição de exemplos anteriores ou estratégias descoladas do contexto da questão.

Além dos dados catalogados acima vale ressaltar que apenas 4% das resoluções dos 480 itens analisados estavam totalmente corretas e 28% foram deixadas em branco. Tais indicadores evidenciam o elevado grau de dificuldade dos estudantes nos processos de leitura e interpretação, bem como na articulação e aplicação dos conteúdos matemáticos abordados, fazendo a devida articulação entre eles.

4.2 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

O ensino de Matemática na Educação Básica ainda é frequentemente marcado por práticas mecanizadas, centradas na memorização e na reprodução de exercícios descontextualizados. Os resultados desta pesquisa evidenciam que os erros cometidos pelos alunos ultrapassam falhas operatórias, revelando fragilidades na compreensão conceitual, na interpretação de enunciados e na argumentação matemática. Diante disso, propõe-se uma intervenção fundamentada na metodologia de Ensino-Aprendizagem através da Resolução de Problemas, conforme sistematizada por Onuchic e Allevato (2011). Segundo as autoras, esta metodologia é um ponto de partida e, na sala de aula, através da resolução de problemas, os alunos devem fazer conexões entre diferentes ramos da Matemática, gerando novos conceitos e novos conteúdos. De fato, na literatura existente, é possível encontrar uma grande variedade de denominações para o termo “problema”, acompanhadas de adjetivos que evidenciam características específicas que se espera que apresentem. Em essência, todos são problemas, os adjetivos apenas indicam diferentes categorias, que demandam estratégias distintas para sua resolução.

Fundamentar a Resolução de Problemas nessas concepções, e implementar a Metodologia de Ensino-Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas, exige do professor e dos



alunos novas posturas e atitudes com relação ao trabalho em sala de aula. O professor precisa preparar, ou escolher, problemas apropriados ao conteúdo ou ao conceito que pretende construir, (Onuchic; Allevato, 2011).

Nessa perspectiva, o problema assume papel central no processo pedagógico, funcionando como ponto de partida para a construção dos conceitos matemáticos, e não como mera aplicação de conteúdos previamente ensinados. O ensino passa a organizar-se a partir de situações desafiadoras que mobilizam conhecimentos prévios, estimulam a investigação, favorecem o trabalho colaborativo e promovem a argumentação. O erro, longe de ser apenas indicador de fracasso, torna-se elemento formativo, alinhando-se à concepção defendida por Borasi (1987) e Cury (2007), que o compreendem como manifestação do pensamento do estudante. Essa abordagem também está em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais, que defendem o problema como eixo estruturador do ensino de Matemática. Ao deslocar o foco do resultado para o processo, a metodologia contribui para o desenvolvimento da autonomia intelectual, da capacidade argumentativa e da compreensão conceitual, especialmente no estudo de funções.

Assim, a Resolução de Problemas, concebida como metodologia estruturante, apresenta-se como alternativa consistente para enfrentar as fragilidades evidenciadas na pesquisa, promovendo um ensino mais significativo, reflexivo e coerente com as demandas formativas do Ensino Básico.

5 CONCLUSÃO

A análise dos erros em produções de estudantes do Ensino Médio em resoluções de problemas de Matemática permite identificar dificuldades de aprendizagem nesta área. Além disso, pode fornecer subsídios para o planejamento de atividades que contribuam para a superação de dificuldades no ensino e aprendizagem de Matemática no Ensino Básico

A análise das resoluções apresentadas, nesta pesquisa, evidencia diferentes estratégias utilizadas pelos estudantes na resolução de problemas. Em grande parte dos casos as estratégias adotadas não eram compatíveis com o enunciado do problema, revelando, entre outros aspectos, as dificuldades de interpretação dos enunciados e a carência de domínio na aplicação de conceitos e regras matemáticas. Essa constatação reforça a importância de compreender os obstáculos enfrentados pelos estudantes, uma vez que tal compreensão pode direcionar a elaboração de metodologias mais adequadas ao ensino da Matemática Básica, especialmente no contexto educacional do Maranhão.

Conforme destaca Santos et al. (2020), a experiência prática dos professores em sala de aula é um recurso valioso para compreender os obstáculos enfrentados pelos alunos. Mais do que depender apenas de pesquisas formais, os educadores podem recorrer à própria vivência cotidiana para identificar erros recorrentes e padrões de confusão conceitual. A observação atenta e a análise crítica das respostas dos estudantes permitem antecipar possíveis equívocos e, assim, favorecer a construção de um



ambiente de aprendizagem mais ajustado às suas realidades e necessidades.

Segundo Borasi (1987), a utilização dos erros exclusivamente como ferramentas para diagnóstico e remediação tem seu potencial educacional explorado apenas parcialmente. Em tal contexto, apenas professores e pesquisadores estariam envolvidos no processo de analisar o erro. Assim, os próprios alunos seriam privados da oportunidade de se envolverem na atividade de tentar explicar e corrigir seus próprios erros. Os erros são naturais e inevitáveis em matemática, eles revelam a compreensão e os processos de pensamento atuais dos alunos, tornando-os uma ferramenta de diagnóstico valiosa para os professores. Além disso, os erros podem ser usados como dispositivos motivacionais e pontos de partida para a exploração matemática criativa. Segundo a autora, usar os erros como trampolins pode levar a uma compreensão mais completa e profunda do conteúdo matemático e da natureza da matemática como um campo de investigação dinâmico e humanístico. Esta abordagem incentiva atividades de resolução e formulação de problemas, permitindo que os alunos identifiquem seus erros e aprendam a partir deles.

Por fim, este estudo defende que a análise criteriosa dos erros dos alunos não apenas revela áreas problemáticas, mas também serve de base para o desenvolvimento de metodologias de ensino mais eficazes. Ao concentrar-se em conteúdos considerados desafiadores pelos estudantes, como funções, é possível elaborar estratégias didáticas que promovam uma compreensão mais profunda do conteúdo. Dessa maneira, a integração entre teoria e prática pode contribuir para um ensino mais inclusivo e significativo, preparando os alunos para os desafios acadêmicos futuros e fortalecendo suas habilidades matemáticas essenciais.



REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, V. S.; CARVALHO, R. F. L.; DIAS, R. B. A. MACIEL, D. M. **Análise de Erros em produções de estudantes do Ensino Médio em provas da OBMEP-2019 em São Luís, Maranhão.** Revista Paranaense de Educação Matemática, Campo Mourão-PR, v. 13, n. 31, p. 1-21, maio-ago. 2024. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/rpem/article/view/8997/6328>. Acesso em: 01 out. 2025.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** 1. ed. 3. reimp. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BORTOLOTTI, K. F. **Metodologia da Pesquisa.** Rio de Janeiro: Editora SESES, 2015.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/educacao-basica/bncc>. Acesso em: 8 jan. 2026.
- BRASIL, Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM.** Vol 2. Ministério da Educação, 2006.
- BRASIL. **OBMEP - Provas e Soluções:** Disponível em <http://www.obmep.org.br/provas.htm>. Acesso em: 28 out. 2025.
- BRASIL. **OBMEP - Apresentação:** Disponível em <http://www.obmep.org.br/provas.htm>. Acesso em: 04 jan. 2026.
- BORASI, R. **Exploring Mathematics through the Analysis of Errors.,** For the Learning of Mathematics 1, 3 (November 1987) Publishing Association Montreal, Quebec, Canada.
- CURY, H. N. **Análise de erros: o que podemos aprender com as respostas dos alunos.** Belo Horizonte: Autêntica, 2007.
- ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G.. **Pesquisa em resolução de problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas.** *Bolema*, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011.
- PONTE, J. P. **O conceito de função no currículo de Matemática.** Educação Matemática, 15, 1990.
- RODRIGUES, M. U. (org.). **Análise de conteúdo em pesquisas qualitativas na área de educação matemática.** Curitiba: Editora CRV, 2019.
- SANTOS, R. M.; TANAKA, M. F.; MORAES, M.M., **Análise de Erros na Produção dos Alunos da 12ª edição da OBMEP:** o caso das Escolas do Oeste do Estado do Pará - Brasil. Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Vol 13. n. 31, 2020.

