

O CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA NA APLICAÇÃO DO ENADE ENTRE OS ANOS DE 2005 E 2021

THE SPECIALIZED KNOWLEDGE OF MATHEMATICS TEACHERS IN THE APPLICATION OF ENADE BETWEEN 2005 AND 2021

LOS CONOCIMIENTOS ESPECIALIZADOS DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS EN LA APLICACIÓN DEL ENADE ENTRE LOS AÑOS 2005 Y 2021

Rodrigo Ruiz Brasil*  

José Ricardo e Souza Mafra**  

RESUMO

O presente artigo, objetiva analisar as informações relacionadas aos conhecimentos mobilizados no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) no âmbito dos cursos de licenciaturas em Matemática desenvolvido pelas Instituições de Ensino Superior (IES), de 2005 até 2021. Os conhecimentos adquiridos pelo professor de Matemática em sua formação acadêmica e suas experiências de convivência podem indicar relações acerca de suas potencialidades e necessidades na prática docente, que não são tão simples de identificação, que visa a busca pela melhor forma de procedimentos no ensino e aprendizagem. Para tal, fora realizada uma pesquisa qualitativa utilizando-se de uma planilha *Excel* para organização, codificação e categorização das questões conforme indícios de subdomínios que constituem o modelo teórico analítico *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK). Foram coletadas 180 questões, sendo 162 de múltipla escolha e 18 discursivas. A referida pesquisa demonstrou que 78% das questões mobilizam o conhecimento voltado para o conhecimento do professor de Matemática. Os conhecimentos de conteúdos pedagógicos apresentaram menor presença nos últimos exames, e em pesquisas futuras poderemos atestar se será uma tendência ou uma particularidade.

Palavras-chave: Conhecimento Mobilizado do Professor de Matemática. Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes. MTSK.

ABSTRACT

This article aims to analyze information related to the knowledge mobilized in the National Student Performance Exam (Enade) in the context of mathematics degree courses developed by Higher Education Institutions (HEIs) from 2005 to 2021. The knowledge acquired by mathematics teachers during their academic training and their experiences of living together may indicate relationships regarding their potential and needs in teaching practice, which are not so easy to identify, aiming to find the best teaching and learning procedures. To this end, qualitative research was conducted using an

* Doutorado em andamento pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM/REAMEC); Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (UNIR/PROFMAT). Professor de Matemática do Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Porto Velho, Rondônia, Brasil. Endereço para correspondência: Avenida Pinheiro Machado, 6046, Bairro Igarapé, Porto Velho, Rondônia, Brasil, CEP: 76.824-346. E-mail: rodrigo.brasil@ifro.edu.br

** Doutor em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor Titular da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, Pará, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Vera Paz, s/n, Bairro Salé, Santarém, Pará, Brasil, CEP: 68040-255, E-mail: jose.mafra@ufopa.edu.br

Excel spreadsheet to organize, code, and categorize the questions according to evidence of subdomains that constitute the analytical theoretical model Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK). A total of 180 questions were collected, 162 of which were multiple choice and 18 were essay questions. This research showed that 78% of the questions mobilize knowledge focused on the knowledge of the mathematics teacher. Knowledge of pedagogical content was less present in recent exams, and in future research we will be able to ascertain whether this is a trend or a particularity.

Keywords: Mobilized Knowledge of Mathematics Teacher. National Student Performance Exam. MTSK.

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo analizar la información relacionada con los conocimientos evaluados en el Examen Nacional de Rendimiento Estudiantil (Enade) en el ámbito de los cursos de licenciatura en Matemáticas desarrollados por las Instituciones de Educación Superior (IES) entre 2005 y 2021. Los conocimientos adquiridos por el profesor de Matemáticas en su formación académica y sus experiencias de convivencia pueden indicar relaciones sobre sus potencialidades y necesidades en la práctica docente, que no son tan fáciles de identificar, con el fin de buscar la mejor forma de proceder en la enseñanza y el aprendizaje. Para ello, se llevó a cabo una investigación cualitativa utilizando una hoja de cálculo Excel para organizar, codificar y categorizar las preguntas según los indicios de los subdominios que constituyen el modelo teórico analítico Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK). Se recopilaron 180 preguntas, 162 de ellas de opción múltiple y 18 discursivas. Dicha investigación demostró que el 78 % de las preguntas movilizan los conocimientos orientados al conocimiento del profesor de matemáticas. Los conocimientos de contenidos pedagógicos tuvieron una menor presencia en los últimos exámenes, y en futuras investigaciones podremos determinar si se trata de una tendencia o de una particularidad.

Palabras clave: Conocimientos Movilizados por el Profesor de Matemáticas. Examen Nacional de Rendimiento Estudiantil. MTSK.

1 INTRODUÇÃO

O governo federal em suas atribuições através do Ministério da Educação (MEC) instituiu o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), aplicado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), cujo gerenciamento e desenvolvimento é realizado pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes) e financiado pelo MEC.

O Enade foi criado juntamente com o Sinaes pela Lei 10.861, de 14 de abril de 2004, e o objetivo é avaliar o rendimento dos alunos dos cursos de graduação, ingressantes e concluintes, em relação aos conteúdos programáticos dos cursos em que estão matriculados (Brasil, 2004), por meio de uma avaliação constituída de 49 questões distribuídas em partes: formação geral, conhecimento específico e questionário de percepção da prova. O exame é obrigatório para os alunos selecionados e condição indispensável para a emissão do histórico

escolar. A primeira aplicação ocorreu em 2004 e a periodicidade máxima da avaliação é trienal para cada área do conhecimento (Brasil, 2004).

Conjuntamente com as visitas *in loco* para avaliação de estruturas, condições de acessibilidade e comprovações de documentações das instituições de ensino superior (IES) formam uma nota que varia de 1 a 5, e que servem de referência para ações pedagógicas e administrativas das IES. Caso não haja melhorias no conceito, ações temerárias poderão ser tomadas pelo MEC, como por exemplo, o não reconhecimento de cursos da IES se o conceito apresentado for insatisfatório (é considerado conceito insatisfatório uma nota igual ou inferior a 3) e recorrente em interstícios consecutivos.

Em 2021, ano do último Enade aplicado aos concluintes de licenciatura em Matemática, houve 1312 IES participantes, sendo 1073 instituições privadas e 239 instituições públicas, um número expressivo para analisar e gerenciar com eficiência e transparência que o Enade transmite em seus relatórios.

Conforme análises de questões das provas do Enade, é nosso objetivo responder ao seguinte questionamento: quais conhecimentos mobilizados são evidenciados no Enade, entre os anos de 2005 e 2021, que o professor licenciado deveria demonstrar domínio conforme preconiza a abordagem das questões?

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOBRE MTSK

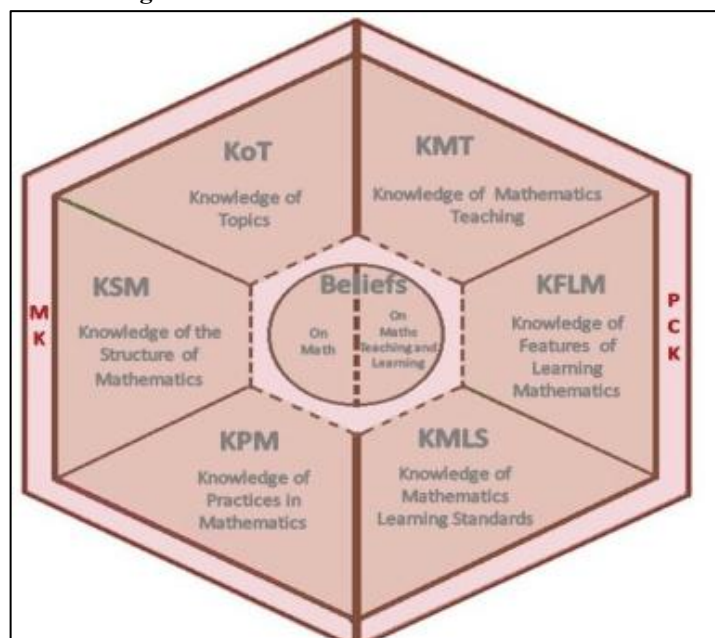
Os primeiros estudos abordando o conhecimento especializado do professor foram iniciados por Shulman (1986), mas sem concentração em nenhuma disciplina específica. Ao verticalizar para a área de matemática, Ball e colaboradores (2008) conseguiram organizar o conhecimento em categorias que denominaram *Mathematical Knowledge Teaching* (MKT) conforme características a saber: o conhecimento de conteúdo comum, conhecimento de conteúdo especializado, conhecimento do conteúdo e alunos, e conhecimento de conteúdo e ensino. Para Carrillo e seus colaboradores (2014), o *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK) é um modelo teórico-analítico no qual o professor de matemática deve/deveria dominar o conhecimento específico e especializado. No Brasil, pesquisas se aprofundam pela atuação de Moriel Junior (2014) ao enfatizar que o MTSK tem um impacto importante na Educação Matemática por diferenciar-se da proposta de Shulman (1986) ao se aprofundar no conhecimento especializado de um determinado componente curricular.

Professores, estudantes e colaboradores na educação compreendem um elo, o qual necessitam perfazerem uma caminhada juntos. Os professores tentam conhecer como os estudantes compreendem os conteúdos, conforme sua respectiva realidade, e os estudantes tentam compreender as formas e técnicas que o professor almeja ensinar para alcançar o conhecimento pertinente para o momento.

Barboza e Wielewski (2022), descrevem que o movimento constante da sociedade e a formação do professor, que visa a eficiência no ensino, necessita apontar o aspecto profissional à qual o ser é inserido, e requer um senso crítico do mundo profissional que o cerca e um olhar sensível à sociedade, ao trabalho e à natureza em que a Matemática está presente e atuante.

De acordo com a Figura 1 que estabelece à qual subdomínio os conhecimentos são pertencentes, obtemos uma abreviação conforme estabelecido por Carrillo e seus colaboradores (2018).

Figura 1 – Domínios e subdomínios do MTSK



Fonte: Carrillo *et al.* (2018)

Segundo Caldato *et al.* (2023), o domínio que abarca as concepções e crenças do professor (Beliefs) relaciona-se tanto à Matemática quanto ao ensino da Matemática, e devido a isso localiza-se no centro do modelo hexagonal.

Para Ausubel (2013), quando alguém atribui significados a um conhecimento a partir da interação com seus conhecimentos prévios, estabelece a aprendizagem significativa, independentemente desses significados serem aceitos no contexto do sujeito. Mas também não

garante que essa variável seja estabelecadora de uma aprendizagem escolar como modelo de eficiência.

O domínio *Mathematical Knowledge* – MK (Conhecimento Matemático) contido na figura 1 estabelece em que nível se encontra o conhecimento que o professor possui sobre a disciplina, e adentrando as entranhas dessa especialidade que se distribui em três subdomínios: *Knowledge of Topics* – KoT (Conhecimento dos tópicos) que representa os conhecimentos de aspectos fenomenológicos, interpretações de conceitos, definições, procedimentos matemáticos e algoritmos de procedimentos. O subdomínio *Knowledge of the Structure of Mathematics* – KSM (Conhecimento da Estrutura da Matemática) estabelece conexão com os conhecimentos considerados avançados e básicos em Matemática. E o subdomínio *Knowledge of the Practice of Mathematics* – KPM (Conhecimento da Prática Matemática) refere-se aos conhecimentos que estão diretamente ligados ao conhecer, criar, produzir e estabelecimento de comunicação matemática e demonstração de proposições matemáticas.

O domínio relacionado ao *Pedagogical Content Knowledge* – PCK (Conhecimento Didático do Conteúdo) abrange os conhecimentos que focam nos conteúdos programáticos existentes na ementa, sua subclassificação está dividida em três subdomínios: *Knowledge of Mathematics Teaching* – KMT (Conhecimento do Ensino de Matemática) que envolve estratégias de ensino e métodos que possuam eficiência no aprendizado do conteúdo matemático previsto; o subdomínio *Knowledge of Features of Learning Mathematics* – KFLM (Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática) foca na compreensão de como do professor de Matemática entende como os alunos pensam nas atividades propostas; e por fim, o subdomínio *Knowledge of Mathematics Learning Standards* – KMLS (Conhecimento dos Padrões da Aprendizagem de Matemática) que aborda os conhecimentos padronizados e instituídos nos currículos, conteúdos e competências, além das crenças que os professores detêm que permitem avançar ou limitar-se à extensão do conhecimento.

O MTSK, apesar de um modelo teórico específico nos conhecimentos do professor de matemática, permite aos pesquisadores analisarem práticas inerentes à docência e ao conhecimento de professores em seu habitat natural, que é a sala de aula.

3 METODOLOGIA

A pesquisa tem uma abordagem qualitativa, categorizando as questões conforme análise de informações relacionadas aos conhecimentos estabelecidos pelo MTSK por Carrillo et al.

(2018) na Figura 1. A análise de conteúdo destacou-se em diversas áreas, como linguística e psicologia, revelando-se um recurso de importante utilidade em análises qualitativas, ampliando abrangência em outras áreas do conhecimento (Bardin, 2016).

Para tal ação, as questões analisadas serão representadas com siglas para identificar o tipo, como a letra “O” equivalente às questões objetivas e a letra “D” como representação das questões discursivas, o ano representado com os últimos dois dígitos, e a numeração da questão no ano de aplicação antecedida pela letra Q. Por exemplo, a sigla O14Q26 remete análise à questão objetiva 26 do Enade aplicado em 2014.

Apesar de um modelo conceitual, o MTSK dará um suporte analítico para classificações relacionadas aos domínios *Mathematical Knowledge* (MK) e *Pedagogical Content Knowledge* (PCK). Por conseguinte, ainda serão identificados e categorizados a que subdomínios as questões serão classificadas conforme pertencimento aos subdomínios do MTSK.

O enfoque no Enade é de investigar a abrangência que o exame propõe na verificação do que o estudante (futuro professor), de fato, absorveu no período em que fora submetido à aprendizagem de conteúdos e assimilação dos aportes pedagógicos que uma sala de aula requer do professor de Matemática.

Os resultados obtidos pela Diretoria de Avaliação da Educação Superior (DAES) servem de parâmetro para orientação que viabilizem melhorias do curso superior analisado.

O professor necessita ter uma concepção epistemológica da ciência que ensina, dos métodos lógicos e investigativos dessa ciência e das condições históricas e sociais do contexto de produção e aplicação dos conteúdos dessa ciência.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

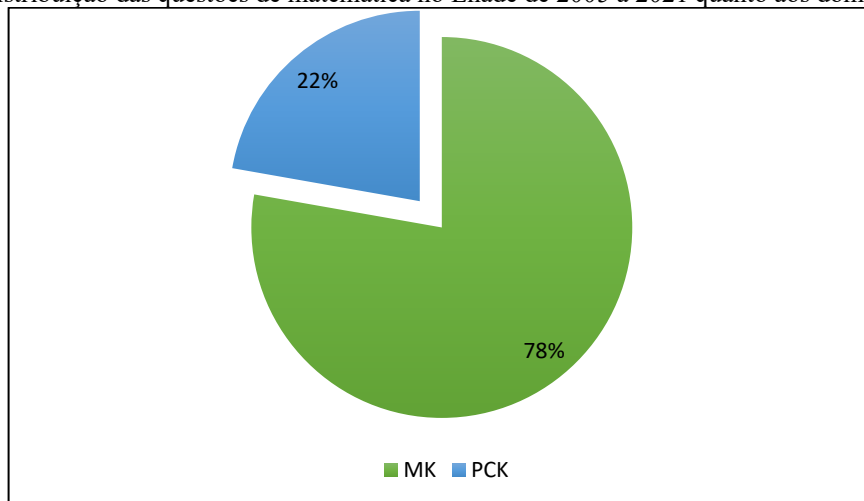
A pesquisa de identificar indícios dos conhecimentos explorados pelas questões de Matemática para licenciatura no Enade, com foco nos seis últimos exames aplicados, ano de 2005, 2008, 2011, 2014, 2017 e 2021, sendo identificado um interstício de 4 anos do penúltimo para o último exame que conforme legislação esse prazo era trienal, e este interstício se deu em consonância com a Organização Mundial de Saúde (OMS) que declarou pandemia mundial no ano de 2020.

Organizando as últimas seis aplicações do exame, constituiu-se um *corpus* de 180 questões relacionadas ao componente específico (categorização sistematizada pelo próprio Enade mencionada na 1ª página do Exame), sendo 162 objetivas e 18 discursivas direcionadas

ao curso pretendido que serão categorizadas conforme descrições estabelecidas pelos subdomínios do MTSK.

Desse universo de questões do exame, verificou-se que o conhecimento responsável pela parte pedagógica ainda tem uma participação considerada tímida frente aos conhecimentos matemáticos, que já fora bem mais abordado nas aplicações iniciais.

Gráfico 1 – Distribuição das questões de matemática no Enade de 2005 a 2021 quanto aos domínios MK e PCK



Fonte: o próprio autor

Analisando o subdomínio KoT que pertence ao domínio MK, podemos observar que de acordo com as sugestões de respostas padrão e o gabarito disponibilizado pelos corretores, foi expressiva a quantidade de questões associadas à descrição do Quadro 1.

Quadro 1 – Questões que abordam dois conhecimentos do KoT

Conhecimentos do KoT	Questões
Procedimentos	O05Q23, O08Q18, O08Q20, O08Q21, O08Q23, O08Q24, O08Q26, D08Q29, O11Q11, O11Q24, O14Q15, O14Q16, O14Q17, O14Q20, O14Q21, O14Q23, O14Q29, O17Q09, O17Q14, O17Q16, D21Q04 e O21Q15
Conceitos, definições e propriedade	

Fonte: dados de pesquisa.

Hoje, numa sociedade em que tudo se busca na rede mundial de computadores (*internet*), as questões necessitam apresentar fenômenos(indícios) que estão presentes no contexto atual, envolvendo variáveis e resoluções que estabeleçam conexões entre os diversos conteúdos matemáticos que compõe o currículo do ensino médio. Pode-se observar que o conhecimento de conceitos de função primitiva, definição do Teorema Fundamental do Cálculo e propriedade é abordado na questão apresentada na figura 2.

Figura 2 - Questão O17Q23

Considerando que um estudante esteja testando um *software* para calcular o valor da integral $\int_{-2}^1 \left(\frac{1}{x^2} - 5 \right) dx$, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

I. O resultado $\int_{-2}^1 \left(\frac{1}{x^2} - 5 \right) dx = -\frac{33}{2}$, apresentado pelo *software*, está correto.

PORQUE

II. A primitiva da função $f(x) = \frac{1}{x^2} - 5$ é a função $F(x) = -\frac{1}{x} - 5x$ e, pelo Teorema Fundamental do Cálculo, conclui-se que

$$\int_{-2}^1 \left(\frac{1}{x^2} - 5 \right) dx = \left(-\frac{1}{x} - 5x \right) \Big|_{-2}^1 = \left(-\frac{1}{1} - 5 \cdot 1 \right) - \left(-\frac{1}{(-2)} - 5(-2) \right) = -\frac{33}{2} .$$

A respeito dessas asserções, assinale a opção correta.

A As asserções I e II são proporções verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.
B As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.
C A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.
D A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.
E As asserções I e II são proposições falsas.

Fonte: dados de pesquisa

Já no quadro 2, temos 19 questões que demonstram indícios sobre os conhecimentos de procedimentos, conceitos, definições, propriedades, fenomenologia e aplicações pertencentes ao subdomínio Kot. Isso demonstra que estes itens são bastante evidenciados pelos formuladores de questões do Enade.

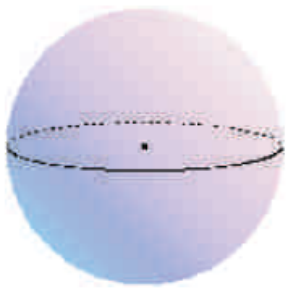
Quadro 2 – Questões que abordam três categorias do KoT

Conhecimentos do KoT	Questões
Procedimentos	O05Q27, O08Q16, O08Q25, O08Q30, O08Q35, D08Q40, O11Q12, O11Q14, D11Q05, D14Q03, D14Q04, D14Q05, O14Q10, O14Q12, O14Q13, O14Q18, O14Q26, O14Q30 e O21Q09
Conceitos, definições e propriedade	
Fenomenologia e aplicações	

Fonte: dados de pesquisa

Um exemplo de questão que aborda as três categorias do conhecimento KoT, apresenta-se na figura 3, em que se direciona aos procedimentos de localização em uma região esférica, conceitos, definição de esfera, propriedades de distância e aplicação de temperatura com relação à posição na esfera.

Figura 3 - Questão O05Q27



Considere em \mathbb{R}^3 uma bola de centro na origem e raio 4. Em cada ponto (x, y, z) dessa bola, a temperatura T é uma função do ponto, expressa por

$$T(x, y, z) = \frac{50}{x^2 + y^2 + z^2 + 1}.$$

Nessa situação, partindo-se de um ponto (x_0, y_0, z_0) da fronteira da bola e caminhando-se em linha reta na direção do ponto $(-x_0, -y_0, -z_0)$, observa-se que a temperatura

A será máxima nos pontos da fronteira da bola.

B estará sempre aumentando durante todo o percurso.

C estará sempre diminuindo durante todo o percurso.

D atingirá o seu maior valor no centro da bola.

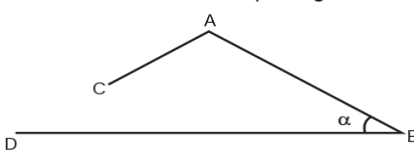
E assumirá o seu maior valor em 4 pontos distintos.

Fonte: dados de pesquisa

Analisando as categorias de procedimentos, conceitos, definições, propriedades e registros de representação, podemos observar que poucas questões possuem foco no âmbito dessa categoria de conhecimento, como pode ser analisado na figura 4:

Figura 4 - Questão O11Q24

Um instrumento de desenho é constituído de três hastes rígidas AB, AC e BD, articuladas no ponto A, mas fixas em B. A figura a seguir é um esquema desse instrumento, em que as hastes foram substituídas por segmentos de reta.



Na extremidade C, foi colocado um grafite que permite desenhar, sobre uma folha de papel, uma curva γ e ao se girar AC em torno de A, mantendo-se fixos AB e BD, que são lados do ângulo α .

Nessa situação, qualquer que seja o ângulo agudo α , a curva γ interceptará a semirreta de origem B e que passa por D em

- A dois pontos E e F distintos, e os triângulos BAE e BAF são congruentes.
- B dois pontos E e F distintos, e os triângulos BAE e BAF são semelhantes, mas não congruentes.
- C um único ponto se, e somente se, $\frac{AC}{AB} = \text{sen} \alpha$.
- D um único ponto se, e somente se, $\frac{AC}{AB} > \text{sen} \alpha$.
- E nenhum ponto se, e somente se, $\frac{AC}{AB} < \text{sen} \alpha$.

Fonte: dados de pesquisa

O desenvolvimento cognitivo na análise de gráficos e figuras podem despertar novas possibilidades aos professores e estudantes. Das 140 questões que são exclusivamente do domínio MK, apenas 14 estão discriminadas no Quadro 3 contemplando alguns indícios como procedimentos, conceitos, definições, propriedades e registros de representação. Como demonstra o quadro 3, descrevendo as questões que abordam essas características relacionadas a este subdomínio.

Quadro 3 – Questões que abordam três conhecimentos do KoT

Conhecimentos do KoT	Questões
Procedimentos	O05Q16, O05Q22, O05Q26, O05Q28, O05Q29, O05Q31, O08Q22, D08Q40, O11Q24, O14Q21, O17Q09, O17Q14 e O21Q11
Conceitos, definições e propriedade	
Registros de representação	

Fonte: dados de pesquisa

Outra observação é uma expressiva quantidade de questões que engloba simultaneamente os conhecimentos do subdomínio KoT, o que sugere ao professor pensar, refletir, analisar e concluir com mais atenção para a obtenção de soluções compreensíveis e consistentes. Podemos visualizar isto no quadro 4 que informa questões de múltipla escolha e questão discursiva que abordam estas categorias.

Quadro 4 – Questões que englobam o subdomínio KoT

Conhecimentos do KoT	Questões
Procedimentos	O08Q25, O08Q30, O08Q35, O11Q12, D14Q05, O14Q10, O14Q12, O14Q13 e O14Q30
Conceitos, definições e propriedade	
Fenomenologia e aplicações	
Registros de representação	

Fonte: dados de pesquisa

Desde os primeiros estudos realizados, em 2013, na Universidade de Huelva esse é o subdomínio mais analisado e aprofundado pelos pesquisadores. Após exaustiva discussão surgiram as várias categorias pertencentes ao subdomínio, que podemos observar frequentemente nas questões do exame no Enade. Para exemplificar os itens expressos no quadro 4, temos a figura 5 que proporciona observar as evidências de procedimentos, conceitos, definições e propriedades de obtenção de números, além da representação de dados em tabela e a fenomenologia de uso antigo para gerar representações numéricas com o intuito de familiarização de tópicos simples relacionados a tópicos mais complexos.

Figura 5 - Questão O08Q35

Algumas civilizações utilizavam diferentes métodos para multiplicar dois números inteiros positivos. Por volta de 1400 a.C., os egípcios utilizavam uma estratégia para multiplicar dois números que consistia em dobrar e somar. Por exemplo, para calcular 47×33 , o método pode ser descrito do seguinte modo:

- escolha um dos fatores; por exemplo, 47;
- na 1.^a linha de uma tabela, escreva o número 1 na 1.^a coluna e o fator escolhido, na 2.^a coluna;
- em cada linha seguinte da tabela, escreva o dobro dos números da linha anterior, até encontrar, na 1.^a coluna, o menor número cujo dobro seja maior ou igual ao outro fator, no caso, 33;

→	1	47	←
	2	94	
	4	188	
	8	376	
	16	752	
→	32	1.504	←

- selecione os números da 1.^a coluna cuja soma seja igual a 33, conforme indicado na tabela, ou seja, $1 + 32 = 33$;
- adicione os números correspondentes da 2.^a coluna, ou seja, $47 + 1.504 = 1.551$;
- tome como resultado da multiplicação o valor 1.551.

Com base nessas informações, analise as asserções a seguir.

Utilizando o método egípcio, é possível multiplicar quaisquer dois números inteiros positivos,

porque

todo número inteiro positivo pode ser escrito como uma soma de potências de 2.

A respeito dessa afirmação, assinale a opção correta.

- Ⓐ As duas asserções são proposições verdadeiras, e a segunda é uma justificativa correta da primeira.
- Ⓑ As duas asserções são proposições verdadeiras, mas a segunda não é uma justificativa correta da primeira.
- Ⓒ A primeira asserção é uma proposição verdadeira, e a segunda é falsa.
- Ⓓ A primeira asserção é uma proposição falsa, e a segunda é verdadeira.
- Ⓔ Ambas as asserções são proposições falsas.

Fonte: dados de pesquisa

No Quadro 5, consegue-se constatar que uma demanda considerável de questões do exame abraça dois subdomínios do MK, que demonstra um nível de elaboração coerente, e ainda pode estabelecer padrões aos professores formadores sobre a elaboração de atividades e avaliações/provas no ambiente educacional.

Quadro 5 – Questões que englobam os conhecimentos do KoT e KSM

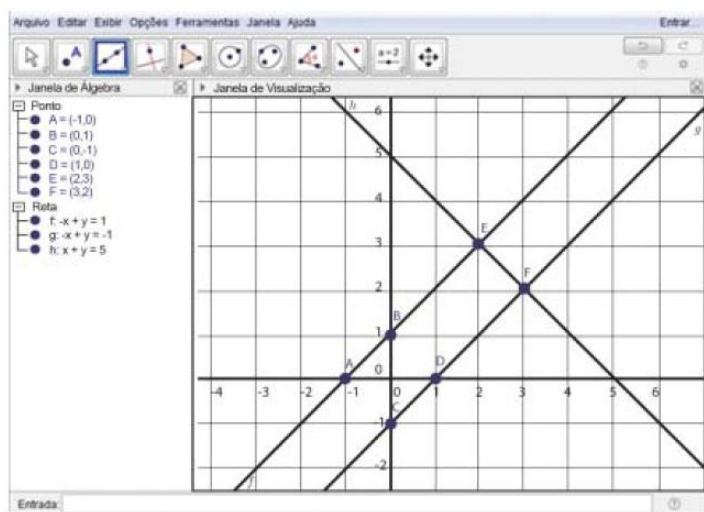
Conhecimentos do KoT e KSM	Questões
Procedimentos (KoT)	O05Q11, O05Q27, O08Q11, O08Q12, O08Q14, O08Q15, O08Q17, O08Q22, O08Q23, O08Q25, O08Q28, O08Q30, O08Q35, O08Q38, O08Q39, O08Q40, O11Q13, O11Q14, O11Q17, O11Q18, O11Q24, O11Q25, D11Q04, D14Q03, D14Q04, D14Q05, O14Q09, O14Q10, O14Q12, O14Q13, O14Q14, O14Q18, O14Q19, O14Q23, O14Q24, O14Q25, O14Q26, O14Q27, O14Q28, O14Q29, O14Q30, D17Q03, D17Q04, O17Q12, O17Q13, O17Q14, O17Q16, O17Q22, O17Q23, O17Q24, O17Q25, O17Q26, O17Q27, O21Q09, O21Q20, O21Q27, O21Q28 e O21Q30
Conceitos, definições e propriedade (KoT)	
Fenomenologia e aplicações (KoT)	
Registros de representação (KoT)	
Conexão de conteúdo (KSM)	

Fonte: dados de pesquisa

Alguns conhecimentos do KoT desse mesmo quadro se relacionam com o conhecimento de conexão de conteúdo do subdomínio KSM. Essa relação encontra-se na figura 6 quando explora o conhecimento articulado do professor iniciante com relações entre os conteúdos de funções afim, retas, entre outros.

Figura 6 - Questão D17Q04

A figura a seguir apresenta um exemplo de construção matemática, utilizando um *software* livre e multiplataforma que pode ser trabalhado em todos os níveis de ensino, e que combina geometria com álgebra, cálculo e estatística, por meio de tabelas e gráficos.



Com base na figura e nas informações apresentadas, bem como nas diretrizes presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais, faça o que se pede nos itens a seguir.

- Cite dois objetivos a serem alcançados ao se planejar uma aula de Matemática utilizando o *software* apresentado. (valor: 6,0 pontos)
- Cite quatro conceitos matemáticos que podem ser explorados utilizando o exemplo de construção matemática apresentado na figura. (valor: 4,0 pontos)

Fonte: dados de pesquisa

É de conhecimento geral que a proposição de demonstrações e validações geralmente são cobradas em questões discursivas, mas é possível realizar demonstrações e/ou validações para as questões de múltipla escolha do subdomínio KSM juntamente com pelo menos um dos conhecimentos do KoT, que seguem no quadro 6.

Quadro 6 – Questões que englobam os subdomínios KoT e KSM

Conhecimentos do KoT e KSM	Questões
Procedimentos (KoT)	D08Q29, O08Q30, D08Q40, D11Q04, D14Q05, D17Q03, O17Q23, D21Q04, O21Q09, O21Q11, O21Q15 e O21Q20
Conceitos, definições e propriedade (KoT)	
Fenomenologia e aplicações (KoT)	
Registros de representação (KoT)	
Demonstrações e validações (KSM)	

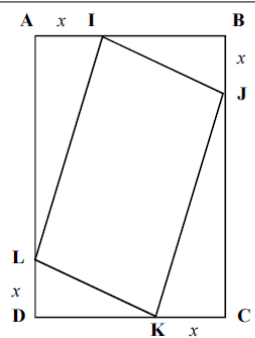
Fonte: dados de pesquisa

A questão D08Q40 engloba vários conhecimentos, por realizar três perguntas. A primeira relacionada à demonstração, a segunda relacionada aos procedimentos, conceitos, definições e propriedades da função, fenomenologia e registro de representação com um quadrilátero no interior de um retângulo, e a terceira abordando as conexões de conteúdos que a questão abarca no âmbito do ensino fundamental e médio.

Figura 7 - Questão D08Q40

QUESTÃO 40 – DISCURSIVA

No retângulo ABCD ao lado, o lado AB mede 7 cm e o lado AD mede 9 cm. Os pontos I, J, K e L foram marcados sobre os lados AB, BC, CD e DA, respectivamente, de modo que os segmentos AI, BJ, CK e DL são congruentes.



Com base nessa situação, faça o que se pede nos itens a seguir e transcreva suas respostas para o Caderno de Respostas, nos locais devidamente indicados.

a) Demonstre que o quadrilátero IJKL é um paralelogramo.

b) Escreva a função que fornece a área do paralelogramo IJKL em função de x e determine, caso existam, seus pontos de máximo e de mínimo

c) Na resolução desse problema, que conceitos matemáticos podem ser explorados com alunos do ensino fundamental e do ensino médio?

Fonte: dados de pesquisa

Os quadros 7, 8 e 9 apresentam indícios dos subdomínios do PCK, em que se buscam estratégias e métodos de ensino, diferentes do que seja considerado padrão e que constituem os livros didáticos, possibilitando um melhor aprendizado para o estudante. Também conhecido como KMT.

Quadro 7 – Questões que englobam a conhecimento do KMT

Conhecimento do KMT	Questões
Estratégias e métodos de ensino	D05Q30, O05Q31, O05Q32, O05Q32, O05Q33, O05Q35, O05Q36, O05Q37, O05Q38, O05Q39, D05Q40, O08Q31, O08Q32, O08Q33, O08Q34, O08Q35, O08Q37, O08Q38, D08Q40, O11Q31, O11Q33, O11Q35, D14Q05, O14Q18, D17Q04, D17Q05, O17Q29, O17Q30, D21Q03, D21Q05, O21Q14, O21Q17, O21Q21, O21Q23, O21Q24, O21Q26, O21Q27 e O21Q33

Fonte: dados de pesquisa

O conhecimento do subdomínio KMT envolve as estratégias, métodos que tomem o melhor caminho para ensinar um conteúdo, e ao apontar as vantagens e desvantagens de uso de

um software para o ensino de um conteúdo específico como a questão contida na figura 8, o professor demonstra domínio e poder de decisão que favoreça um melhor aprendizado.

Figura 8 - Questão D21Q03

<p>A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), para o Ensino Médio, contempla a habilidade “de construir e interpretar tabelas e gráficos de frequências com base em dados obtidos em pesquisas por amostras estatísticas, incluindo ou não o uso de <i>softwares</i> que inter-relacionem estatística, geometria e álgebra, no eixo de estatística e probabilidade.”</p> <p>BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, 2018 (adaptado).</p> <p>A fim de desenvolver em seus alunos a habilidade descrita na BNCC, um professor de Matemática optou por fazer uso de um <i>software</i> de geometria dinâmica que reúne recursos de geometria, álgebra, cálculo e estatística.</p> <p>Considerando a habilidade curricular a ser desenvolvida e o recurso tecnológico mencionado, discorra sobre duas vantagens e duas desvantagens do uso dessa estratégia didática pelo professor. (valor: 10,0 pontos)</p>
--

Fonte: dados de pesquisa

O subdomínio do KFLM descreve como o professor compreende as ações dos estudantes no momento de realização das atividades. Na prática seria a relação mais “próxima” do professor com o estudante, no sentido de identificar a forma com a qual o estudante aborda as questões para solucioná-las.

Quadro 8 – Questões que englobam o conhecimento KFLM

Conhecimento do KFLM	Questões
Compreensão dos estudantes	O05Q17, O05Q22, O05Q24, D05Q29, O05Q31, O05Q34, O05Q35, O05Q36, O05Q37, O05Q38, O05Q39, D05Q40, O08Q15, O08Q26, O08Q32, O08Q33, O08Q34, O08Q36, O08Q37, O08Q38, O08Q39, O11Q29, O11Q30, O11Q31, O11Q32, O11Q33, O11Q34, O11Q35, O14Q31, O14Q33, O14Q35, D17Q05O17Q28, O17Q29, O17Q29, O17Q31, O17Q32, D21Q05, O21Q17, O21Q23 e O21Q27

Fonte: dados de pesquisa

Para exemplificar a abordagem do KFLM, a figura 9 demonstra uma situação de duas estratégias ou formas que o estudante realiza ao deparar com uma equação de grau 2 e que questiona ao professor recém-formado qual medida mais adequada deveria ser tomada com a finalidade de uma aprendizagem significativa mediante ao conhecimento prévio exposto pelos estudantes.

Figura 9 - Questão O08Q33

A professora Clara propôs a seus alunos que encontrassem a solução da seguinte equação do segundo grau:

$$x^2 - 1 = (2x + 3)(x - 1)$$

Pedro e João resolveram o exercício da seguinte maneira.

Resolução de Pedro:

$$x^2 - 1 = (2x + 3)(x - 1)$$

$$x^2 - 1 = 2x^2 + x - 3$$

$$2 - x = x^2$$

Como 1 é solução dessa equação, então $S = \{1\}$

Resolução de João:

$$x^2 - 1 = (2x + 3)(x - 1)$$

$$(x - 1)(x + 1) = (2x + 3)(x - 1)$$

$$x + 1 = 2x + 3$$

$$x = -2$$

Portanto, $S = \{-2\}$

Pedro e João perguntaram à professora por que encontraram soluções diferentes. A professora observou que outros alunos haviam apresentado soluções parecidas com as deles.

Entre as estratégias apresentadas nas opções a seguir, escolha a mais adequada a ser adotada por Clara visando à aprendizagem significativa por parte dos alunos.

- A** Indicar individualmente, para cada aluno que apresentou uma resolução incorreta, onde está o erro e como corrigi-lo, a partir da estratégia inicial escolhida pelo aluno.
- B** Resolver individualmente o exercício para cada aluno, usando a fórmula da resolução da equação do 2.º grau, mostrando que esse é o método que fornece a resposta correta.
- C** Pedir a Pedro e João que apresentem à classe suas soluções para discussão e estimular os alunos a tentarem compreender onde está a falha nas soluções apresentadas e como devem fazer para corrigi-las.
- D** Escrever a solução do exercício no quadro, usando a fórmula da resolução da equação do 2.º grau, para que os alunos percebam que esse é o método que fornece a resposta correta.
- E** Pedir que cada um deles comunique à classe como resolveu o exercício e, em seguida, explicar no quadro para a turma onde está a falha na resolução de cada um e como eles devem fazer para corrigi-la.

Fonte: dados de pesquisa

As questões que englobam o conhecimento pedagógico da parte curricular, também denotado como KMLS, podem ser facilmente encontradas na aplicação de 2021, com viés de crescimento nos próximos anos de Enade, como constituem o quadro 9.

Quadro 9 – Questões que englobam o subdomínio KMLS

Conhecimento KMLS	Questões
Conhecimento curricular, conteúdos e competências	O05Q33, O05Q36, O08Q37, O11Q26, O11Q27, O11Q29, O11Q30, O11Q32, O11Q34, O14Q32, O14Q34, O17Q29, O17Q31, O17Q32, D21Q03, D21Q05, O21Q16, O21Q17, O21Q24, O21Q26, O21Q29 e O21Q33

Fonte: dados de pesquisa.

A figura 10, destaca o conhecimento curricular, de conteúdos e competências que o professor precisa abarcar para a apropriação do subdomínio KMLS.

Figura 10 - Questão O11Q27

O fazer docente pressupõe a realização de um conjunto de operações didáticas coordenadas entre si. São o planejamento, a direção do ensino e da aprendizagem e a avaliação, cada uma delas desdobradas em tarefas ou funções didáticas, mas que convergem para a realização do ensino propriamente dito.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 2004, p. 72.

Considerando que, para desenvolver cada operação didática inerente ao ato de planejar, executar e avaliar, o professor precisa dominar certos conhecimentos didáticos, avalie quais afirmações abaixo se referem a conhecimentos e domínios esperados do professor.

- I. Conhecimento dos conteúdos da disciplina que leciona, bem como capacidade de abordá-los de modo contextualizado.
- II. Domínio das técnicas de elaboração de provas objetivas, por se configurarem instrumentos quantitativos precisos e fidedignos.
- III. Domínio de diferentes métodos e procedimentos de ensino e capacidade de escolhê-los conforme a natureza dos temas a serem tratados e as características dos estudantes.
- IV. Domínio do conteúdo do livro didático adotado, que deve conter todos os conteúdos a serem trabalhados durante o ano letivo.

É correto apenas o que se afirma em

- A I e II.
- B I e III.
- C II e III.
- D II e IV.
- E III e IV.

Fonte: dados de pesquisa

Apenas 5 questões, O05Q36, O08Q37, O17Q29, D21Q05 e O21Q17 evidenciam todos os subdomínios do PCK, e podemos constatar que nos últimos exames estão se fazendo mais presentes nas questões de conhecimentos específicos.

E para efeito de comparação, o exame propõe um questionário de percepção da prova, onde são destacados: se o tempo foi suficiente, se as questões foram elaboradas de forma clara e objetiva, o nível de dificuldade encontrado pelo professor e o nível de conhecimento que o professor detinha no momento da aplicação da prova.

Podemos constatar que essas perguntas estão relacionadas diretamente ao domínio dos conhecimentos matemáticos que o professor detém para ensinar Matemática e aos conhecimentos pedagógicos bem esclarecidos que possibilitem, na leitura de um enunciado, o discernimento de uma questão bem ou mal elaborada para determinadas ocasiões no ensino-aprendizagem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa destacou que acerca do modelo teórico *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK), o Exame nacional de desempenho do estudante (Enade), em sua composição de questões objetivas e discursivas, se utiliza massivamente do domínio *Knowledge Mathematics* (MK) com 78% das questões em geral até a última aplicação quando ocorreu em 2021. Outro detalhe, é que o subdomínio KoT está presente em mais de 80% das questões, delineando a busca pelo conhecimento de conteúdo relevante para o exame.

Observando os quadros gerados, a perspectiva é que no decorrer dos anos a diferença percentual, hoje destoante entre os domínios MK e PCK, aliadas às dificuldades encontradas pelos alunos no processo de ensino-aprendizagem, diminuam, o que permitirá uma vontade crescente de que a Matemática possa ter uma nova perspectiva pedagógica e que favoreça o ensino-aprendizagem da mesma (Santos, 2006).

A percepção que constatamos foi de que a composição dos exames está passando por um processo de adequação entre os saberes/conhecimentos específicos de Matemática e o conhecimento pedagógico que proporcionam um melhor aproveitamento nas práticas pedagógicas e ensino-aprendizagem.

A seção “percepção da prova”, encontrada no final do exame, nos remete à compreensão das perguntas e alternativas de respostas aos domínios e subdomínios do MTSK, e com isso poderemos sugerir novas estratégias para perfis dos profissionais de educação em formação inicial.

Uma possível explicação para uma maior mobilização do conhecimento matemático (MK) seja a composição do corpo docente das IES que aponta como prioridade o domínio dos conhecimentos específicos de Matemática para a formação inicial dos professores que buscam o ensino como carreira profissional. Para abordagem de outros aspectos do Enade relacionados ao bacharelado em Matemática poderão ser concluídos em pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2013.

BALL, Deborah Loewenberg; THAMES, Mark Hoover; PHELPS, Geoffrey. **Content knowledge for teaching: What makes it special?** *Journal of Teacher Education*, New York, v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008.

BARBOZA, Claudemir Miranda; WIELEWSKI, Gladys Denise. Tecnologias Digitais na Formação do Professor de Matemática: Um Olhar para as Teses e Dissertações no Brasil. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 10, n. 3, p. e22057, 2022. DOI: 10.26571/reamec.v10i3.14162. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/14162>. Acesso em: 29 de março. 2023.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução: Luís Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL, **Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade)**, Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/exame-nacional-de-desempenho-dos-estudantes-enade> Acesso em 12 de maio. 2023.

CALDATTO, Marlova Estela; MARTINS, Carlos Alexandre Ribeiro; YANEZ, José Carrillo. **Os exames de qualificação realizados no mestrado profissional em matemática em rede nacional**. Educação e Pesquisa, v. 49, p. e249650, 2023.

CARRILLO, José, et al. **Modelo de conhecimento especializado do professor de matemática (MTSK)**. Pesquisa em Educação Matemática, v. 20 n. 3, p. 236-253, 2018.

LIBÂNEO, José Carlos. **Formação de Professores e Didática para Desenvolvimento Humano**. Educ Real [Internet]. 2015Apr;40(2):629–50. Available from: <https://doi.org/10.1590/2175-623646132>

MORIEL JUNIOR, Jeferson Gomes; CARRILLO, José. **Explorando indícios de conhecimento especializado para ensinar matemática com o modelo MTSK**. In: *SEMINÁRIO DE INVESTIGACIÓN EM EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 18., 2014, Salamanca, Espanha. Anais... Salamanca, Espanha, 2014. p. 1-10.

SANTOS, Jorge Batista dos. **A Matemática: Dificuldade no Processo de Ensino-Aprendizagem no Ensino Médio do Colégio Estadual Dr. Jessé Fontes**. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em EDUCAÇÃO MATEMÁTICA) - FACULDADE ATLÂNTICO. 2006.

SHULMAN, Lee S. **Those who understand: knowledge growth in teaching**. Educ. Res., v.15, n.2, p.4-14, 1986.

APÊNDICE 1 – INFORMAÇÕES SOBRE O MANUSCRITO

AGRADECIMENTOS

Ao IFRO por proporcionar minha dedicação a produção de informações.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Rodrigo Ruiz Brasil

Introdução: Rodrigo Ruiz Brasil

Referencial teórico: José Ricardo e Souza Mafra

Análise de dados: Rodrigo Ruiz Brasil e José Ricardo e Souza Mafra

Discussão dos resultados: Rodrigo Ruiz Brasil

Conclusão e considerações finais: Rodrigo Ruiz Brasil e José Ricardo e Souza Mafra

Referências: Rodrigo Ruiz Brasil e José Ricardo e Souza Mafra

Revisão do manuscrito: Iza Reis Gomes

Aprovação da versão final publicada: Rodrigo Ruiz Brasil e José Ricardo e Souza Mafra

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política e financeira referente a este manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os autores garantem a disponibilidade de dados da pesquisa, quando couber.

PREPRINT

Não publicado.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

COMO CITAR - ABNT

BRASIL, Rodrigo Ruiz; MAFRA, José Ricardo e Souza. A Composição do Enade Abordando os Conhecimentos Especializados do Professor de Matemática. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 13, e25096, jan./dez., 2025. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.19880>

COMO CITAR - APA

Brasil, R. R. & Mafra, J. R. e M. (2025). A Composição do Enade Abordando os Conhecimentos Especializados do Professor de Matemática. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 13, e25096. <https://doi.org/10.26571/reamec.v13.19880>

DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto (*Open Access*) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto [iThenticate](https://www.turnitin.com/) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](https://www.crossref.org/) da [Crossref](https://www.crossref.org/).



PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](https://portal.periodicos.ufmt.br/). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

AVALIADORES

Dois pareceristas *ad hoc* avaliaram este manuscrito e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

HISTÓRICO

Submetido: 09 de junho de 2025.

Aprovado: 20 de setembro de 2025.

Publicado: 30 de dezembro de 2025.
