



MAPEANDO A DIFICULDADE DOS ITENS DE MATEMÁTICA DO ENEM POR MEIO DAS COMPETÊNCIAS AVALIATIVAS

Dejaina Aparecida Teixeira Lima¹ · Izabelli de Carvalho Oliveira² · Maria Eduarda Loschi Xavier³ · Rafael Santiago do Nascimento⁴ · Daniele Pires Magalhães⁵ · Denilson Junio Marques Soares⁶

RESUMO

Este estudo analisou a dificuldade dos itens de Matemática do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), aplicados entre 2009 e 2023, com base nos parâmetros da Teoria de Resposta ao Item (TRI). O foco foi a comparação entre as sete competências da matriz avaliativa da área, a partir dos microdados do Inep composto por 670 itens válidos. Para tanto, utilizaram-se estatística descritiva, análise de variância (ANOVA) e comparações múltiplas pelo teste de Tukey. Os resultados indicaram diferenças estatisticamente significativas nas médias do parâmetro b (dificuldade) entre as competências, com destaque para a competência 7, relativa a Estatística e Probabilidade, que apresentou a maior média de dificuldade. Embora o tamanho do efeito tenha sido pequeno, os achados revelam desníveis internos na matriz avaliativa, sugerindo que determinados conteúdos apresentam barreiras adicionais de aprendizagem para os estudantes. Tais evidências reforçam o diagnóstico da literatura especializada, que aponta fragilidades no ensino de Estatística e Probabilidade na educação básica brasileira. Assim, os resultados obtidos não apenas sinalizam a necessidade de aprimoramento didático desses conteúdos, mas também sugerem uma revisão da própria matriz do ENEM, de modo a equilibrar o nível de dificuldade entre as competências e ampliar as condições de equidade no processo avaliativo.

Palavras-chave: ENEM. Matriz de Referência. Matemática e suas Tecnologias. Teoria de Resposta ao Item. Índice de Dificuldade.

¹ Estudante do Curso Técnico Integrado em Metalurgia do IFMG Campus Ouro Preto

² Estudante do Curso Técnico Integrado em Metalurgia do IFMG Campus Ouro Preto

³ Estudante do Curso Técnico Integrado em Metalurgia do IFMG Campus Ouro Preto

⁴ Estudante do Curso Técnico Integrado em Metalurgia do IFMG Campus Ouro Preto

⁵ Doutora em Modelagem Computacional, Professora no Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto

⁶ Doutor em Educação, Professor no Instituto Federal de Minas Gerais Campus Ouro Preto



1 INTRODUÇÃO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi instituído em 1998 com a finalidade de avaliar o desempenho dos concluintes da educação básica e oferecer um panorama nacional sobre a qualidade do ensino. Em 2009, o exame passou por uma ampla reformulação, ampliando suas funções e adquirindo caráter estratégico no sistema educacional brasileiro, ao ser incorporado como mecanismo de ingresso no ensino superior e critério para participação em programas federais de bolsas e financiamento, como o Programa Universidade para Todos (ProUni) e o Fundo de Financiamento Estudantil (FIES). Desde então, consolidou-se como uma das mais importantes avaliações em larga escala do país, com impactos pedagógicos, políticos e sociais significativos (SOARES; SOARES; SANTOS, 2021).

A estrutura do ENEM baseia-se em uma Matriz de Referência, composta por competências e habilidades comuns a todas as áreas avaliadas. Essa matriz reflete uma concepção de avaliação por competências, que procura verificar a capacidade dos estudantes de mobilizar conhecimentos em contextos reais, complexos e socialmente relevantes. Na área de Matemática e suas Tecnologias, a matriz está organizada em sete competências, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Competências avaliativas da área de Matemática no ENEM

Competência	Descrição
Competência 1	Construir significados para os números naturais, inteiros, racionais e reais.
Competência 2	Utilizar o conhecimento geométrico para realizar a leitura e a representação da realidade e agir sobre ela.
Competência 3	Construir noções de grandezas e medidas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano.
Competência 4	Construir noções de variação de grandezas para a compreensão da realidade e a solução de problemas do cotidiano.
Competência 5	Modelar e resolver problemas que envolvem variáveis socioeconômicas ou técnico-científicas, usando representações algébricas.
Competência 6	Interpretar informações de natureza científica e social obtidas da leitura de gráficos e tabelas, realizando previsão e interpretação.
Competência 7	Compreender o caráter aleatório e não determinístico dos fenômenos naturais e sociais, utilizando instrumentos de estatística e probabilidade.

Fonte: Brasil (2009)



A elaboração e a análise dos itens do ENEM têm como base a Teoria de Resposta ao Item (TRI), a qual utiliza um modelo probabilístico para estimar a proficiência dos estudantes a partir de três parâmetros: discriminação (a), dificuldade (b) e acerto ao acaso (c). Especificamente, o parâmetro b indica a habilidade mínima necessária para que um estudante alcance probabilidade de acerto igual a $(1 + c)/2$, sendo expressa na mesma escala de proficiência dos respondentes, definida com média zero e desvio padrão igual a um.

Embora a TRI esteja consolidada como modelo nas avaliações nacionais, ainda são limitados os estudos que investigam a distribuição dos seus parâmetros psicométricos entre as competências da matriz avaliativa. Nesse cenário, este estudo tem como objetivo examinar a distribuição do parâmetro de dificuldade (b) nos itens de Matemática do ENEM, considerando as sete competências que estruturam a matriz da área, a fim de identificar diferenças estatisticamente significativas entre elas e discutir suas implicações pedagógicas e avaliativas.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa segue uma abordagem quantitativa, de caráter exploratório e analítico. O corpus empírico abrange todos os itens aplicados entre 2009 e 2023, totalizando 675 questões (45 por edição, em 15 aplicações) (BRASIL, 2009–2023). Entre esses, cinco foram anulados em diferentes anos e, por não possuírem parâmetros psicométricos estimados, foram desconsiderados. O banco final analisado, portanto, reuniu 670 itens válidos.

A etapa inicial consistiu em verificar a normalidade da distribuição do parâmetro b em cada competência da matriz avaliativa, empregando o teste de Kolmogorov–Smirnov (KS). Posteriormente, aplicou-se uma ANOVA unidirecional para investigar diferenças estatisticamente significativas entre as médias de b das competências. Confirmada a significância, procedeu-se ao teste post hoc Tukey HSD, a fim de identificar os pares que apresentaram contrastes relevantes. Para complementar a análise, calcularam-se os índices de tamanho do efeito, Eta^2 (η^2) e Omega^2 (ω^2), utilizados para estimar a proporção da variância explicada pela variável independente.

Os microdados foram obtidos diretamente no portal do INEP, e todo o processamento estatístico foi realizado no software R (versão 4.4.3) (R CORE TEAM, 2024).



3 RESULTADOS

Os resultados do teste de Kolmogorov–Smirnov indicaram que, em todas as sete competências avaliativas da área de Matemática, a distribuição do parâmetro b não se afastou da normalidade ($p > 0,05$). Esse achado assegurou a adequação do uso de procedimentos paramétricos para a comparação entre os grupos.

A ANOVA apontou diferenças estatisticamente significativas nas médias do parâmetro b entre as competências avaliativas ($F(6, 654) = 3,71$; $p = 0,00123$). Essa variação é ilustrada na Figura 1, que apresenta um boxplot da distribuição de b por competência, evidenciando contrastes nas medianas e nas amplitudes interquartis dos grupos analisados.

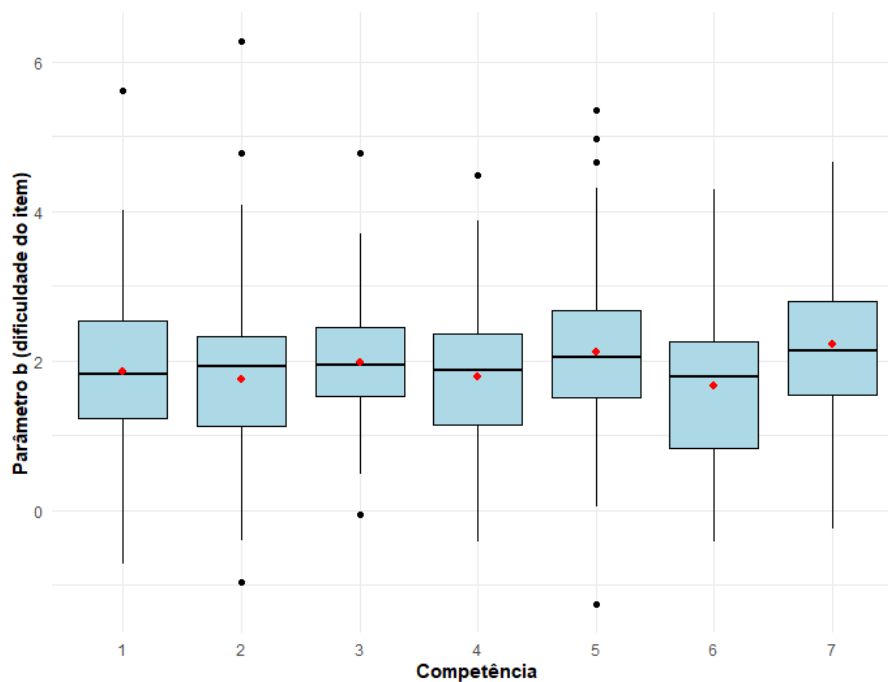


Figura 1 – Distribuição do parâmetro b por competência avaliativa
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Para identificar quais competências diferiam de forma significativa entre si, aplicou-se o teste post hoc Tukey HSD. As comparações múltiplas evidenciaram três pares com diferenças estatisticamente relevantes ao nível de 5%: competências 1 e 7 ($p = 0,00017$), 2 e 7 ($p = 0,025$) e 6 e 7 ($p = 0,008$). No entanto, a análise do tamanho do efeito indicou magnitude reduzida, com $\text{Eta}^2 = 0,0329$ e $\text{Omega}^2 = 0,024$. Isso significa que apenas cerca de 2% a 3% da variabilidade do parâmetro de dificuldade pode ser atribuída à competência em que o item está



inserido, o que demonstra que, embora estatisticamente significativas, as diferenças entre os grupos possuem impacto relativamente modesto.

4 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que, embora a matriz avaliativa do ENEM esteja estruturada de forma equilibrada do ponto de vista quantitativo, existem diferenças significativas no nível de exigência cognitiva entre as competências de Matemática.

A competência 7, voltada a Estatística e Probabilidade, concentrou os itens de maior dificuldade, enquanto a competência 6, relacionada à interpretação de gráficos e tabelas, apresentou os itens mais acessíveis. Essa assimetria, ainda que acompanhada de tamanho de efeito reduzido, revela que as competências não demandam o mesmo grau de proficiência, o que pode gerar impactos desiguais no desempenho dos estudantes, sobretudo entre aqueles oriundos de contextos sociais mais vulneráveis.

A maior dificuldade associada à competência 7 reflete tanto a complexidade intrínseca dos conteúdos estatísticos e probabilísticos quanto as desigualdades estruturais no acesso a esses saberes na educação básica. Por outro lado, a natureza mais interpretativa das tarefas da competência 6 tende a favorecer estratégias intuitivas, tornando seus itens mais acessíveis. Assim, os achados apontam para a necessidade de maior valorização do ensino de Estatística e Probabilidade, de modo a reduzir assimetrias internas na matriz e ampliar a equidade nas condições de avaliação e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de referência do Enem**. Brasília: Inep, 2009. Disponível em: https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf. Acesso em: 17 abr. 2025.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 17 set. 2025.

SOARES, D. J. M.; SOARES, T. E. A.; SANTOS, W. Análise da qualidade psicométrica da prova de matemática do Exame Nacional do Ensino Médio brasileiro de 2018. **Actualidades Investigativas en Educación**, v. 21, n. 1, p. 86-115, 2021.