

Análise da Dificuldade dos Itens de Matemática do ENEM por Competência Avaliativa

Izabelli de Carvalho Oliveira¹

Instituto Federal de Minas Gerais
Ouro Preto, MG, Brasil
izabelli.coliveira07@gmail.com

Dejaina Aparecida Teixeira Lima¹

Instituto Federal de Minas Gerais
Ouro Preto, MG, Brasil
dejainaaparecida@gmail.com

Maria Eduarda Loschi Xavier¹

Instituto Federal de Minas Gerais
Ouro Preto, MG, Brasil
melxgalo@gmail.com

Rafael Santiago do Nascimento¹

Instituto Federal de Minas Gerais
Ouro Preto, MG, Brasil
rafaelsantiago1304@gmail.com

Denilson Junio Marques Soares¹

Instituto Federal de Minas Gerais
Ouro Preto, MG, Brasil
denilson.marques@ifmg.edu.br

Resumo

Este estudo analisou a dificuldade dos itens de Matemática do ENEM, entre 2009 e 2023, com base na Teoria de Resposta ao Item (TRI), com foco na comparação entre as sete competências avaliativas que compõem a matriz da área. Foram considerados 670 itens válidos, com informações extraídos dos microdados disponibilizados pelo Inep. A análise envolveu estatísticas descritivas, ANOVA e comparações múltiplas pelo teste de Tukey. Os resultados revelaram diferenças estatisticamente significativas nas médias do parâmetro b da TRI entre as competências, com destaque para a competência 7, relacionada à Estatística e à Probabilidade, que apresentou maior dificuldade média. Embora o tamanho do efeito tenha sido pequeno, os resultados evidenciaram assimetrias internas na matriz avaliativa e reforçam a necessidade de fortalecer o ensino de conteúdos estatísticos e probabilísticos na educação básica, especialmente diante das desigualdades educacionais que limitam o acesso efetivo a esses conteúdos, conforme sinalizado pela literatura especializada da área.

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

¹ Os autores agradecem ao Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio institucional e financeiro ao desenvolvimento desta pesquisa.

1 Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado em 1998 com o objetivo principal de avaliar o desempenho dos estudantes concluintes da educação básica e fornecer um diagnóstico nacional da qualidade da educação. A partir de 2009, o exame passou por uma profunda reformulação, ampliando seu escopo e assumindo um papel estratégico no sistema educacional brasileiro, ao ser adotado como critério de acesso ao ensino superior e aos programas federais de concessão de bolsas e financiamento estudantil, como o Programa Universidade para Todos (ProUni) e o Fundo de Financiamento Estudantil (FIES). Desde então, o ENEM consolidou-se como uma das principais avaliações em larga escala do país, com implicações pedagógicas, políticas e sociais expressivas (SOARES; SOARES; SANTOS, 2021).

A estrutura do ENEM está fundamentada em uma Matriz de Referência composta por competências e habilidades, comum a todas as áreas avaliadas. Essa matriz expressa uma concepção de avaliação por competências que busca avaliar a capacidade dos estudantes de mobilizar conhecimentos em situações contextualizadas, complexas e socialmente relevantes. Especificamente, na área de Matemática e suas Tecnologias essa Matriz está organizada em sete competências, descritas na Tabela 1:

Tabela 1: Competências avaliativas da área de Matemática no ENEM

Competência de Área	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 construção e a análise dos itens do ENEM são fundamentadas na Teoria de Resposta ao Item (TRI), que adota um modelo probabilístico para estimar a proficiência dos estudantes com base em três parâmetros: discriminação (a), dificuldade (b) e acerto ao acaso (c). O parâmetro b, em especial, representa a habilidade mínima necessária para que um estudante tenha probabilidade de acerto igual a $(1 + c)/2$. Trata-se, portanto, de uma medida objetiva da dificuldade do item, expressa na mesma escala da proficiência do estudante, com média zero e desvio padrão um. Essa abordagem confere comparabilidade entre itens e permite análises mais precisas da prova (BRASIL, 2021).

Apesar da consolidação do uso da TRI nas avaliações nacionais, são ainda escassos os estudos que exploram a distribuição dos parâmetros psicométricos, como o b, entre as competências previstas na matriz. Compreender se há diferenças sistemáticas na dificuldade média dos itens entre competências é essencial para investigar o equilíbrio da prova e a coerência entre os objetivos curriculares e os mecanismos de avaliação. Essa análise contribui também para a reflexão sobre a validade de conteúdo do exame, a equidade na mensuração e a adequação pedagógica dos itens em relação às práticas escolares.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a distribuição do parâmetro de dificuldade (b) dos itens de Matemática do ENEM segundo as sete competências avaliativas da matriz da área, buscando identificar diferenças estatisticamente significativas entre elas e discutir as implicações pedagógicas e avaliativas dos achados.

2 Metodologia

Este estudo adota uma abordagem quantitativa, de caráter exploratório e analítico, fundamentada na análise psicométrica do parâmetro de dificuldade (b) dos itens de Matemática do ENEM. A base empírica do trabalho é composta por todos os itens de Matemática aplicados nas edições do ENEM realizadas entre 2009 e 2023, totalizando 675 itens, correspondentes a 45 itens por prova em 15 edições (BRASIL, 2009 – 2023). Desses, cinco itens foram anulados ao longo dos anos e, por isso, foram desconsiderados da análise, uma vez que não possuem parâmetros psicométricos estimados. Assim, o conjunto final de dados foi composto por 670 itens válidos.

Inicialmente foi realizada a verificação da normalidade da distribuição do parâmetro b dentro de cada competência avaliativa, por meio do teste de Kolmogorov–Smirnov (KS). Em seguida, empregou-se uma análise de variância unidirecional (ANOVA) com o objetivo de verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as médias do parâmetro b por competência avaliativa. Diante da significância global, foi conduzido o teste post hoc Tukey HSD para identificação dos pares com diferenças significativas. Além disso, foram calculadas as medidas de tamanho do efeito — η^2 (Eta²) e ω^2 (Omega²) — com o intuito de mensurar a proporção da variância explicada pela variável independente.

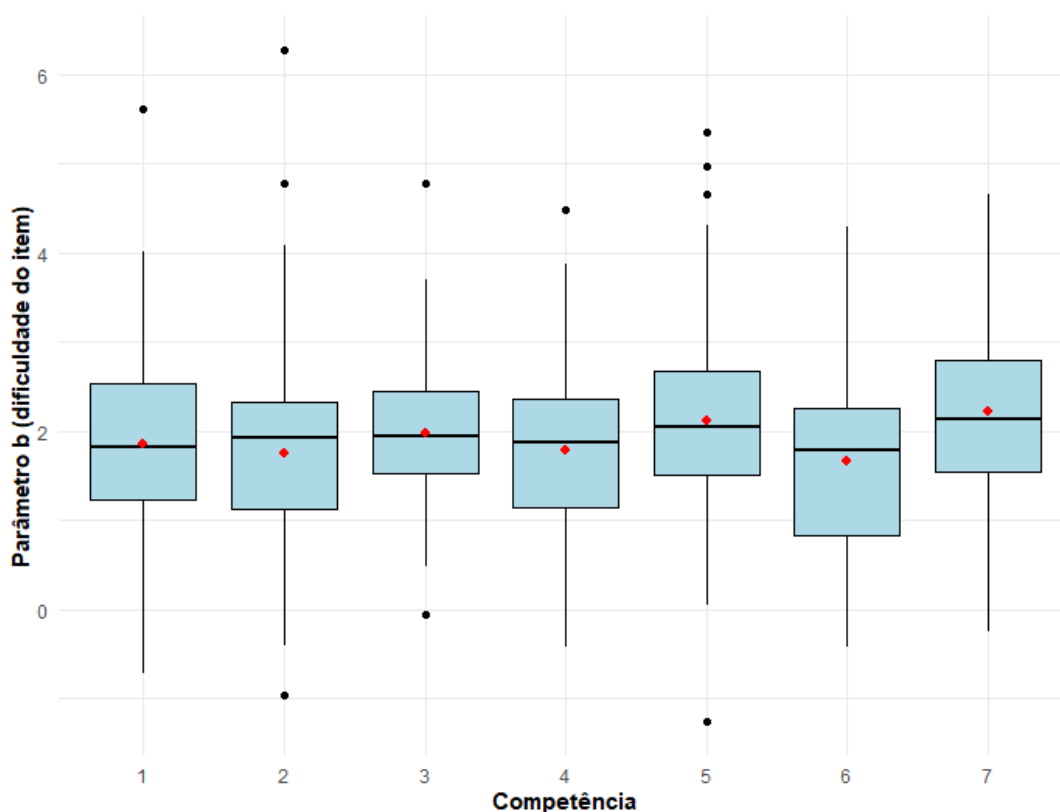
Os microdados foram extraídos diretamente do site oficial do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e análises foram realizadas no software R, versão 4.4.3 (R CORE TEAM, 2024).

3 Resultados

Os resultados do teste de normalidade de Kolmogorov–Smirnov indicaram que, em todas as sete competências avaliativas da área de Matemática, a distribuição do parâmetro b apresentou comportamento compatível com a normalidade ($p > 0,05$). Isso validou o uso de métodos paramétricos para comparação entre os grupos.

A análise de variância (ANOVA) revelou que há diferenças estatisticamente significativas entre as médias do parâmetro b nas competências avaliativas analisadas ($F(6, 654) = 3,71$; $p = 0,00123$). Essa diferença está representada na Figura 1, que mostra um boxplot com a distribuição dos valores de b por competência, evidenciando a variação nas medianas e amplitudes interquartis entre os grupos.

Figura 1: Distribuição do Parâmetro b por Competência



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

A fim de identificar quais competências diferem significativamente entre si, foi aplicado o teste post hoc de Tukey HSD. As comparações múltiplas revelaram que três pares de competências apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5%: entre as competências 1 e 7 ($p = 0,00017$), 2 e 7 ($p = 0,025$) e 6 e 7 ($p = 0,008$). Contudo, o tamanho do efeito dessa diferença foi considerado pequeno, com valores de $\eta^2 = 0,0329$ e $\omega^2 = 0,024$. Esses resultados indicam que aproximadamente 2% a 3% da variabilidade observada no parâmetro de dificuldade pode ser explicada pela competência à qual o item pertence, sugerindo que, apesar da significância estatística, a magnitude da diferença entre grupos é modesta.

3.1 Discussão

A análise das médias do parâmetro de dificuldade (b) por competência revela que a matriz avaliativa do ENEM, embora estruturada de forma equitativa do ponto de vista quantitativo, apresenta variações significativas de exigência cognitiva entre os seus eixos. A competência 7, voltada à compreensão do caráter aleatório dos fenômenos e à análise de dados estatísticos, concentrou os itens que, em média, apresentam maior dificuldade ($b = 2,21$), em contraste com a competência 6, que envolve a interpretação de informações de natureza científica e social por meio de gráficos e tabelas, apresentou a menor média de dificuldade ($b = 1,67$).

Essa assimetria evidencia que, embora a matriz do ENEM busque garantir representatividade curricular, as competências não demandam o mesmo nível de proficiência dos estudantes. Tais diferenças, ainda que com tamanho de efeito estatisticamente pequeno, podem afetar de forma desigual o desempenho, sobretudo quando o exame é utilizado como critério de seleção para o ingresso ao ensino superior.

A dificuldade mais elevada da competência 7 pode estar relacionada à mobilização de conhecimentos probabilísticos e inferenciais, que exigem raciocínio abstrato, compreensão de variabilidade e tomada de decisão sob incerteza — habilidades historicamente pouco desenvolvidas na formação básica. A literatura especializada indica que conteúdos de Estatística e Probabilidade, embora previstos em documentos curriculares oficiais, permanecem pouco valorizados no currículo real. Fatores como a insuficiência na formação inicial e continuada de professores, a baixa presença desses conteúdos em materiais didáticos e a priorização de conteúdos tradicionais contribuem para a fragilidade dessa aprendizagem no contexto escolar (FREI; ROSA; BIAZI, 2023).

Nesse cenário, estudantes oriundos de escolas públicas e pertencentes a grupos socialmente vulneráveis tendem a ser mais impactados pelas exigências dessa competência, que mobiliza saberes pouco trabalhados ao longo da educação básica (MAGALHÃES, 2022). A maior dificuldade desses itens, portanto, não decorre exclusivamente de sua natureza estatística, mas também das desigualdades estruturais no acesso ao conhecimento escolar.

Por outro lado, a menor dificuldade observada nos itens da competência 6 pode estar associada à natureza mais interpretativa e contextualizada de suas demandas cognitivas. Essa competência geralmente exige a leitura de dados representados graficamente, sem a necessidade de cálculos complexos ou manipulações simbólicas, o que favorece o uso de estratégias intuitivas (SOARES; SOARES; SANTOS, 2021). Isso tende a tornar os itens mais acessíveis a uma parcela maior dos estudantes — inclusive àqueles com trajetórias escolares marcadas por lacunas na aprendizagem formal da matemática.

4 Conclusões e Considerações Finais

Este estudo evidenciou que, embora as competências avaliativas da área de Matemática do ENEM estejam organizadas em uma matriz estruturada e distribuídas de forma quantitativamente equilibrada, elas não apresentam uniformidade quanto à dificuldade psicométrica dos itens. A competência 7,

associada à Estatística e à Probabilidade, apresentou valores significativamente mais elevados do parâmetro b , revelando maior exigência de proficiência por parte dos estudantes. Apesar do pequeno tamanho do efeito estatístico, as diferenças observadas apontam para um possível desequilíbrio interno da matriz, com implicações para a equidade da avaliação e, sobretudo, para o acesso às oportunidades educacionais reguladas por seus resultados.

Esses achados reforçam a necessidade de monitoramento contínuo da coerência interna das competências avaliadas, bem como de ações que promovam maior equidade curricular no ensino da Matemática. Estudos futuros poderão aprofundar essa análise ao incorporar variáveis como a complexidade linguística dos itens, os níveis de proficiência dos respondentes, e a articulação entre habilidades cognitivas, contextos de aprendizagem e condições sociais, ampliando a compreensão sobre os fatores que impactam o desempenho dos estudantes em avaliações em larga escala.

5 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.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Microdados do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)*. Brasília: Inep, 2009–2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem>. Acesso em: 17 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Entenda a sua nota no Enem: guia do participante*. Brasília: Inep, 2021. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/entenda_a_sua_nota_no_enem_guia_do_participante.pdf. Acesso em: 17 abr. 2025.

FREI, F.; ROSA, J. S.; BIAZI, A. H. Professores de Matemática estão preparados para o ensino de Estatística e Probabilidade? *Revista Internacional de Pesquisa em Educação Matemática*, v. 13, n. 2, p. 1-17, 2023.

MAGALHÃES, M. N. Duas propostas para a aprendizagem em Estatística. *Revista Baiana de Educação Matemática*, v. 3, n. 01, p. e202216-e202216, 2022.

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 abr. 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.