

# Complexidade Visual e Textual como Preditor da Dificuldade dos Itens de Matemática no ENEM

Rafael Santiago do Nascimento<sup>1</sup>

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

Maria Eduarda Loschi Xavier<sup>1</sup>

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

Izabelli de Carvalho Oliveira<sup>1</sup>

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

Daniele Pires Magalhaes<sup>1</sup>

Instituto Federal de Minas Gerais  
Ouro Preto, MG, Brasil  
daniele.magalhaes@ifmg.edu.br

Denilson Junio Marques Soares<sup>1</sup>

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

## Resumo

Este estudo analisou em que medida a estrutura visual e textual dos itens influencia sua dificuldade psicométrica, tomando como referência os itens de Matemática do ENEM. Com base em 670 itens aplicados entre 2009 e 2023, investigou-se a relação entre o número de palavras e a presença de elementos visuais (figuras, gráficos e tabelas) com o parâmetro de dificuldade do item, estimado pela Teoria de Resposta ao Item. Os dados foram analisados por meio de regressão linear com variáveis padronizadas. Os resultados indicaram que a extensão textual esteve positivamente associada à dificuldade dos itens, enquanto a presença de elementos visuais, sobretudo gráficos, apresentou relação inversa, sugerindo que tais recursos podem atuar como facilitadores cognitivos. Os achados reforçam que a forma de apresentação dos itens, muitas vezes negligenciada, interfere na experiência de avaliação e deve ser considerada na construção de instrumentos válidos, acessíveis e pedagogicamente coerentes.

Palavras-chave: ENEM; Teoria de Resposta ao Item; Índice de Dificuldade; Complexidade Visual; Complexidade Textual.

---

<sup>1</sup> 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

A análise da dificuldade dos itens em avaliações em larga escala não deve se restringir às competências cognitivas diretamente mobilizadas pelo conteúdo, mas considerar também os aspectos estruturais e linguísticos que permeiam a forma como a tarefa é apresentada ao estudante (PINHEIRO; CONCEIÇÃO, 2021). No caso do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), a construção e a análise dos itens 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) (BRASIL, 2021).

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).

Embora esse parâmetro seja derivado a partir de pré-testagens nacionais, estudos tem indicado que a estrutura dos itens – especialmente a extensão dos enunciados e a presença de elementos visuais, como figuras, gráficos e tabelas – pode influenciar de forma significativa a forma com que os estudantes interagem com a tarefa, afetando sua dificuldade em âmbito psicométrico (PINHEIRO; CONCEIÇÃO, 2021; LÓS, 2021; MACHADO; SILVA; ARRUDA, 2023). Esses aspectos, muitas vezes considerados apenas como recursos complementares, podem representar obstáculos adicionais à resolução os itens, sobretudo para estudantes com menor fluência leitora ou com menos familiaridade com representações não textuais.

A literatura sobre avaliação educacional tem reforçado a necessidade de considerar a complexidade visual e textual dos itens como dimensão crítica da acessibilidade, da validade e da equidade avaliativa. Haladyna e Rodriguez (2013), por exemplo, defendem que a clareza da linguagem, a densidade do enunciado e a escolha dos suportes gráficos são fatores diretamente associados à qualidade técnica dos itens. Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo analisar de que modo a complexidade visual e textual influencia a dificuldade dos itens de Matemática do ENEM, com base em evidências estatísticas e psicométricas.

## 2 Metodologia

Este estudo adota uma abordagem quantitativa, de natureza exploratória e explicativa, com o objetivo de investigar a influência de aspectos estruturais (visuais e textuais) sobre a dificuldade psicométrica dos itens de Matemática do ENEM. A base empírica do trabalho é composta por todos os itens da área de Matemática aplicados nas edições do ENEM entre os anos de 2009 e 2023, totalizando 675 itens, correspondentes a 45 itens por prova em 15 edições consecutivas (BRASIL, 2009–2023). Desses, cinco itens foram anulados ao longo dos anos e, por esse motivo, foram desconsiderados da análise, uma vez que não possuem parâmetros psicométricos estimados. Assim, o conjunto final de dados foi composto por 670 itens válidos.

Cada item foi codificado com base em quatro variáveis explicativas principais: (i) o número de palavras presentes no enunciado, utilizado como proxy da complexidade textual; e três variáveis dicotômicas que indicam a presença (1) ou ausência (0) de figuras, gráficos e tabelas ou quadros, as quais compõem os elementos de complexidade visual. A variável dependente adotada na análise foi o parâmetro  $b$  da TRI, o qual expressa a dificuldade dos itens na mesma escala da proficiência dos estudantes.

As análises foram conduzidas no software R, versão 4.4.3 (R CORE TEAM, 2024), por meio de regressão linear múltipla. Para permitir comparações proporcionais entre os efeitos, todas as variáveis foram padronizadas por meio da transformação z-score, e os resultados são apresentados em termos de coeficientes padronizados ( $\beta$ ). Além disso, foram examinados os valores-p, os intervalos de confiança de 95% e as estatísticas globais do modelo ( $R^2$  e F) para avaliação da qualidade do ajuste e da significância dos efeitos. Os microdados foram extraídos diretamente do site oficial do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

### **3 Resultados**

Para contextualizar a análise inferencial, foram inicialmente examinadas as características descritivas das variáveis estruturais e psicométricas dos itens analisados. O parâmetro de dificuldade ( $b$ ) apresentou média de 1,92 e desvio padrão de 0,99, com valores variando de  $-1,26$  a  $6,28$ , indicando ampla dispersão na exigência de proficiência entre os itens de Matemática do ENEM aplicados entre 2009 e 2023. Os enunciados continham, em média, 132,8 palavras ( $DP = 47,1$ ), com valores mínimos e máximos de 26 e 338 palavras, respectivamente.

Em relação à presença de elementos visuais, observou-se que 30,7% dos itens continham figuras ou imagens, enquanto 14,1% apresentavam gráficos e 14,4% incluíam tabelas ou quadros. A análise inferencial foi realizada por meio de regressão linear múltipla, com todas as variáveis padronizadas, resultando em um modelo estatisticamente significativo ( $F(4, 654) = 12,54; p < 0,001$ ) e coeficiente de determinação ajustado de  $R^2 = 0,0713$ , indicando que os preditores explicam aproximadamente 7,13% da variação na dificuldade psicométrica dos itens.

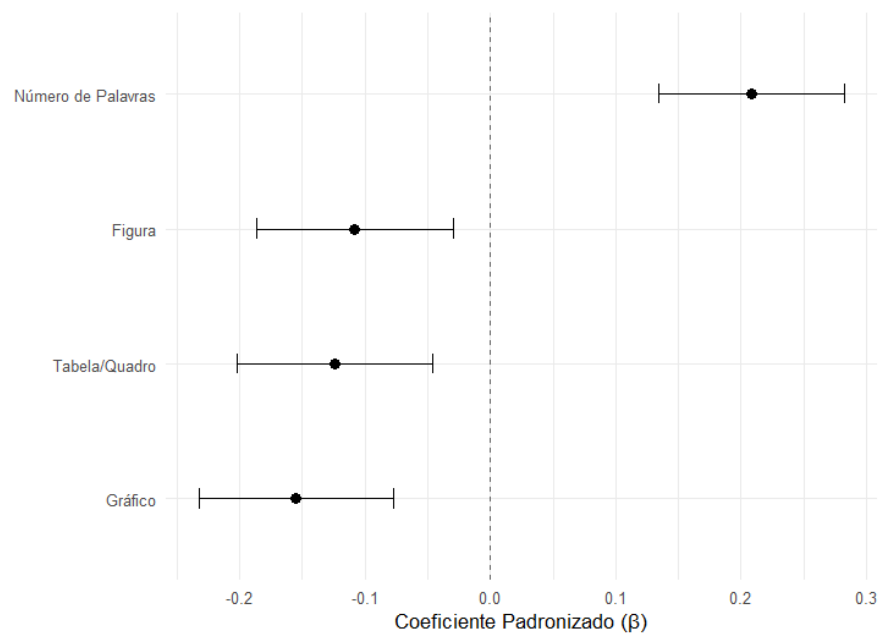
Embora todos os preditores tenham alcançado significância estatística, é importante ressaltar que, dado o tamanho da amostra, a interpretação dos resultados deve concentrar-se prioritariamente nas magnitudes e direções dos coeficientes, que expressam o impacto prático de cada variável na dificuldade dos itens. O número de palavras no enunciado apresentou o maior coeficiente padronizado ( $\beta = 0,208$ ), sugerindo que enunciados mais extensos estão moderadamente associados a um aumento da dificuldade psicométrica. Por outro lado, a presença de elementos visuais esteve associada à redução da dificuldade, com gráficos ( $\beta = -0,155$ ), tabelas ou quadros ( $\beta = -0,124$ ) e figuras ( $\beta = -0,108$ ) exercendo efeitos negativos sobre o parâmetro  $b$ .

Os coeficientes não padronizados permitem ainda quantificar o impacto direto de cada preditor na escala original do parâmetro  $b$ . Observa-se que cada palavra adicional no enunciado aumenta, em média, a dificuldade em 0,0044 unidades, de modo que um item com 50 palavras a mais eleva o parâmetro  $b$  em

aproximadamente 0,22 pontos — o que corresponde a cerca de 22% do desvio padrão da dificuldade dos itens analisados. Já a presença de um gráfico está associada a uma redução média de 0,44 pontos no parâmetro  $b$  ( $\approx 23\%$  do DP), enquanto tabelas e figuras implicam reduções de 0,35 e 0,23 pontos, respectivamente.

A Figura 1 apresenta os coeficientes padronizados estimados no modelo, acompanhados de seus respectivos intervalos de confiança de 95%, evidenciando a direção e a magnitude dos efeitos estruturais sobre a dificuldade dos itens.

Figura 1: Efeitos Padronizados sobre a Dificuldade dos Itens (Parâmetro  $b$ )



Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

Esses resultados quantitativos fornecem evidências empíricas acerca da influência da complexidade visual e textual na elaboração de itens de Matemática, que serão retomadas e interpretadas à luz da literatura na próxima seção.

### 3.1 Discussão

Os resultados indicam que enunciados mais extensos elevam a dificuldade psicométrica dos itens, corroborando estudos que destacam o aumento da carga cognitiva imposto por textos longos, que exigem do estudante operações adicionais como identificação de informações relevantes, manutenção de dados na memória de trabalho e articulação entre diferentes partes do texto (LÓS, 2021). No contexto do ENEM, que busca avaliar competências aplicadas e contextualizadas, a compreensão leitora é parte integrante do construto avaliado — especialmente em situações-problema. No entanto, quando o uso de vocabulário técnico supérfluo, estruturas frasais complexas ou enunciados prolixos eleva a exigência linguística para além do necessário, o item pode inflar artificialmente sua dificuldade, criando barreiras extrínsecas à habilidade matemática propriamente dita (HALADYNA; RODRIGUEZ, 2013).

Por outro lado, a presença de elementos visuais, como gráficos, tabelas e figuras, demonstrou atuar como redutor da dificuldade psicométrica, funcionando como facilitadores cognitivos que organizam e sintetizam informações, aliviando a sobrecarga textual e favorecendo o raciocínio analítico (DUVAL, 2003). O efeito mais pronunciado foi observado para gráficos, em consonância com os princípios do Design Instrucional Cognitivo, que ressaltam o papel das representações visuais na otimização do processamento e retenção de informações (MAYER, 2009).

O coeficiente de determinação ajustado ( $R^2 = 0,0713$ ) evidencia que, embora as características estruturais dos itens exerçam influência estatisticamente significativa, a maior parte da variação do parâmetro  $b$  permanece explicada por outros fatores, destacadamente a natureza conceitual do conteúdo e as habilidades cognitivas exigidas. Esse achado reforça a perspectiva multifatorial da dificuldade dos itens (HALADYNA; RODRIGUEZ, 2013) e indica que variáveis como o domínio matemático avaliado (álgebra, geometria, estatística, entre outros) e o tipo de operação demandada (interpretação, cálculo direto, análise gráfica) precisam ser incorporadas em análises futuras para oferecer uma explicação mais abrangente e alinhada à complexidade do construto.

Do ponto de vista das políticas públicas, os resultados sugerem a importância de diretrizes rigorosas para a revisão linguística e visual dos itens em avaliações de larga escala, a fim de assegurar que a dificuldade seja atribuída prioritariamente às competências e habilidades previstas nas matrizes avaliativas, evitando que barreiras formais comprometam a validade e a equidade do processo. Isso é particularmente relevante em exames como o ENEM, que acumulam funções de diagnóstico e seleção em um país marcado por profundas desigualdades estruturais.

Os resultados apresentados neste estudo, portanto, não negam a importância da complexidade nos itens, mas defendem que ela seja intencional, controlada e pedagogicamente justificada, e não fruto de descuidos formais que comprometam a validade e a acessibilidade da avaliação. Avaliar com equidade exige reconhecer que a linguagem, a estrutura e o modo de apresentação são parte do construto e, portanto, devem ser cuidadosamente projetados para não limitar indevidamente o acesso dos estudantes à tarefa proposta.

## **4 Conclusões e Considerações Finais**

A análise evidenciou que o número de palavras nos enunciados está positivamente associado à dificuldade, indicando que itens mais extensos tendem a exigir maior esforço cognitivo e apresentam maior barreira de acesso à tarefa matemática propriamente dita. Por outro lado, a presença de gráficos, tabelas e figuras está associada à redução da dificuldade, sugerindo que elementos visuais bem empregados atuam como facilitadores da resolução ao organizar as informações e diminuir a carga de leitura.

Ainda que o modelo apresente um poder explicativo limitado, os efeitos encontrados foram consistentes e sustentam a tese de que a forma como o item é estruturado interfere na experiência do estudante com a avaliação. Esses achados reforçam a importância de considerar a dimensão linguística e visual como parte das

decisões pedagógicas e técnicas envolvidas na construção de instrumentos avaliativos.

Este estudo, portanto, constitui uma primeira aproximação ao tema, concentrando-se propositalmente nos aspectos textuais e visuais dos itens como dimensões críticas ainda pouco exploradas nas investigações sobre o ENEM. Reconhece-se, contudo, que a dificuldade psicométrica é influenciada também pela natureza do conteúdo matemático e pelas operações cognitivas específicas mobilizadas em cada questão, aspectos que não foram incorporados ao presente modelo. Como agenda para investigações futuras, sugere-se a ampliação dos modelos preditivos da dificuldade com a inclusão dessas variáveis conceituais, além de fatores relacionados à formatação gráfica, à linguagem dos comandos, ao nível de legibilidade dos enunciados — com o uso de métricas como o índice de Flesch — e ao perfil dos estudantes. Estudos qualitativos podem igualmente complementar a análise psicométrica, contribuindo para compreender como os estudantes interagem com diferentes formas de apresentação das tarefas e quais dimensões textuais e visuais se tornam obstáculos ou facilitadores em situações reais de avaliação.

## 5 Referências

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.

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.

DUVAL, R. *Semiose e pensamento humano: registros semióticos e aprendizagem intelectual*. Tradução de Aline Stulzer. Campinas: Papirus, 2003.

HALADYNA, T. M.; RODRIGUEZ, M. C. *Developing and validating test items*. 4th ed. New York: Routledge, 2013.

LÓS, A. F. S. *A visualização matemática na educação básica: dos percursos teóricos à resolução de problemas do ENEM*. 2021. 122 f. Dissertação (Mestrado PROFMAT), Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

MACHADO, P. A. P.; SILVA, F. S.; ARRUDA, T. Z. Análise de conteúdo sobre as imbricações da geometria nas provas do Novo ENEM. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 19, n. 42, p. 86–101, 2023.

MAYER, R. E. *Multimedia learning*. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

PINHEIRO, C. L.; CONCEIÇÃO, J. A. Do grau de dificuldade para um contínuo de complexidade: análise textual de itens do Enem. *Revista Horizontes de Linguística Aplicada*, v. 20, n. 1, p. AG4, 2021.

R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024.