

Parâmetros pedagógicos e estatísticos no estudo de itens contendo linguagem gráfica presentes no Exame Nacional do Ensino Médio

Emmanuela Gracina Florian Marques¹, Eduardo Carvalho Sousa² e Elaine Pavini Cintra¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP – Campus São Paulo, Brasil. ²Instituto de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, Brasil. E-mails: emmanuela.marq@gmail.com, elainecintra@ifsp.edu.br, eduardo.sousa@INEP.gov.br.

Resumo: Neste trabalho foram realizadas análises estatísticas e pedagógicas dos itens com linguagem gráfica presentes na prova do Exame Nacional do Ensino Médio do ano de 2015. Sob o ponto de vista pedagógico os itens foram analisados tendo como base o referencial de Postigo e Pozo (2000) considerando a estrutura gráfica, a estrutura numérica e nível de processamento da informação. Os estudos estatísticos basearam-se na Teoria Clássica do Teste (TCT). Foram obtidas as curvas características dos itens e a proporção de acertos de cada item por setor administrativo (municipal, estadual, federal e privado). A análise dos dados pedagógicos revelou que a associação de diferentes características gráficas pode conferir ao item níveis distintos de dificuldade. As curvas características e as proporções de acertos corroboraram os resultados pedagógicos, uma vez que, itens com maiores níveis de dificuldade apresentam proporções de acertos mais baixas. Outro aspecto relevante é a heterogeneidade relacionada às proporções de acertos. Respondentes provenientes de instituições públicas federais e instituições privadas tendem a apresentar maior proporção de acertos quando comparados com os resultados de respondentes provenientes dos setores estaduais e municipais.

Palavras chave: alfabetização gráfica, Enem, Teoria Clássica dos Testes (TCT).

Title: Pedagogical and statistical parameters in the study of items containing graphic language present in the Enem

Abstract: In this work, we developed statistical and pedagogical analyzes of items with graphic language present in the Exame Nacional do Ensino Médio applied in 2015. The pedagogical study was carried out in accordance with Postigo and Pozo references (2000). The graphics were characterized according to the graphical and numerical structure, and the level of information processing. The statistical studies were based on the Classical Test Theory (TCT) and the characteristic curves were obtained for each item. The proportion of correctness of each item was calculated to the administrative sector (municipal, state, federal, and private). The analysis of the pedagogical data revealed that the association of different graphic characteristics can give different levels of difficulty to the item. The characteristic curves of the items and the proportions of correct answers

corroborated the pedagogical results, since, items with higher levels of difficulty show proportions of lower hits. Another relevant aspect is the heterogeneity related to the proportions of correct answers. Respondents from federal public and private institutions had greater proportion of correct answers than respondents from the state and municipal institutions.

Keywords: Graphical literacy, Enem, Classical Test Theory (CTT).

Introdução

A apropriação dos saberes científicos não ocorre somente pelo uso da linguagem verbal, normalmente são necessárias associações de diferentes modos semióticos para a construção efetiva do conhecimento (Lemke, 2005). No ensino de ciências é recorrente o uso de diferentes recursos visuais, tais como gráficos, tabelas e diagramas, que contribuem para a visualização dos fenômenos e auxiliam na construção dos sentidos (Postigo e Pozo, 2000).

O desenvolvimento de habilidades voltadas para a correta leitura e interpretação desses recursos é um conhecimento importante na formação cidadã dos discentes, pois permite que eles se apropriem de forma autônoma de informações muitas vezes essenciais para a tomada de decisões. Ainda, considerando a sua trajetória de formação, a linguagem gráfica vem sendo associada à linguagem textual na construção de itens ou questões presentes em exames de certificação e provas de seleção.

Neste trabalho investigou-se o uso da linguagem gráfica nos itens que compuseram o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) aplicado no ano de 2015. A prova deste ano apresentou um total de onze itens nos quais a linguagem gráfica esteve presente: sete na prova de Matemática e o restante na prova de Ciências da Natureza. A prova da área de Linguagens e Códigos não contou com itens envolvendo linguagem gráfica. A área de Ciências Humanas apresentou um único item com um texto-base envolvendo linguagem textual, linguagem gráfica e imagem (INEP, 2015a). Esse item não foi considerado neste estudo, pois as informações presentes no gráfico não eram necessárias para a resolução da situação-problema apresentada.

Buscou-se compreender quais relações são estabelecidas no processo de interpretação dessas imagens e como elas podem ser correlacionadas com informações estatísticas, proveniente da análise gráfica dos itens (AGI). Investigou-se também a relação desses parâmetros com o desempenho de respondentes de diferentes dependências administrativas (estadual, municipal, federal e privada).

Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) foi elaborado com o propósito de avaliar o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para estudantes ao término da escolaridade básica, além de ser uma ferramenta para o ingresso em Instituições de Ensino Superior (IES). Atualmente o exame é composto por quatro provas objetivas e uma redação. Na parte objetiva, o exame é estruturado com base em uma Matriz de Referência (INEP, 2009) que orienta a avaliação de competências, habilidades e

objetos de conhecimento por meio de questões de múltipla escolha. Ele está dividido em quatro grandes áreas do conhecimento: Ciências Humanas e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, Linguagens e Códigos e suas tecnologias e Matemática e suas tecnologias. Cada uma delas, de acordo com a Matriz de Referência, deve ser avaliada por meio de um rol de 30 habilidades e uma lista de conteúdos, denominados objetos de conhecimento (INEP, 2009). Dentre as habilidades apresentadas, algumas são recorrentes em todas as áreas do conhecimento como identificar, reconhecer e analisar informações obtidas a partir da leitura de gráficos e tabelas, realizar previsão de tendência, extrapolação, interpolação e interpretação.

Na parte objetiva, o teste do Enem é composto por 180 itens de múltipla escolha que são elaborados segundo as normas do Guia de Elaboração e Revisão de Itens (INEP, 2010), contemplando uma competência e uma habilidade de acordo com a área do conhecimento. Os itens utilizados nos exames são constituídos de (1) texto base, onde são apresentadas informações necessárias para a resolução da situação-problema, (2) enunciado, que informa a instrução clara e objetiva da tarefa que deverá ser realizada pelo respondente e (3) alternativas, que são as possibilidades de respostas para a situação-problema (dentre elas, uma deve ser necessariamente o gabarito).

Análise Gráfica do Item (AGI)

Para a análise estatística de itens em avaliações educacionais são utilizadas duas metodologias: A Teoria Clássica dos Testes (TCT) e a Teoria de Resposta ao Item (TRI). De forma geral, podemos diferenciar as duas teorias com relação aos seus objetivos. Enquanto a TCT tem interesse em produzir testes de qualidade, a TRI se interessa por produzir itens de qualidade (Pasquali, 2004).

As duas metodologias apresentam vantagens e desvantagens. Para o cálculo das proficiências dos participantes do Enem, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) fez a opção pela utilização da TRI (INEP, 2011), pois esta permite a comparação entre indivíduos de uma população que tenham sido submetidos a provas completamente diferentes. Tal flexibilidade advém do conhecimento preciso a respeito de como determinado item está realizando uma medida confiável na escala de habilidade do indivíduo, o que é possível conhecendo-se a relação exata entre a performance do item e tal habilidade por meio de uma escala comum (Hambleton e Jones, 1993).

Por outro lado, a Teoria Clássica dos Testes (TCT) compreende um conjunto de conceitos e técnicas que podem ser utilizados como base para o desenvolvimento de numerosos instrumentos de medidas e análises. (DeVellis, 2006). Segundo a TCT, a análise dos itens permite avaliar de forma mais simples e rápida, quando comparado com a TRI, duas das principais características de um item: a dificuldade e a discriminação. Na TCT, o parâmetro de dificuldade do item é dado pela proporção dos indivíduos que respondem corretamente ao item (DeVellis, 2006; Sartes e de Souza-Formigoni, 2013) e a discriminação nos informa o poder que o item possui para diferenciar indivíduos com altos e baixos escores.

Na TCT, temos também a Análise Gráfica do Item – AGI, que corresponde a um gráfico de linhas no qual é representada a proporção de respostas para cada alternativa de um determinado item em relação ao escore bruto total dos indivíduos que fizeram o teste. Na prática, o gráfico mostra no eixo horizontal as faixas de notas em ordem crescente, obtidas pelos respondentes do teste, e apresenta linhas para representar cada uma das alternativas do item. É esperado que os percentuais de escolhas das linhas correspondentes às alternativas erradas vão diminuindo conforme o escore total vai aumentando e o percentual de escolha da linha correspondente ao gabarito aumente conforme o escore total aumenta.

Ao analisarmos um item considerando sua AGI, podemos verificar pedagogicamente porque uma alternativa errada atrai indivíduos com bom desempenho, proporcionando, assim, um melhor entendimento sobre o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes (Gomes, 2014).

Neste trabalho, será realizada a análise gráfica dos itens por meio das curvas de AGI, mas ao invés de utilizarmos o escore (advindo da TCT) utilizaremos a proficiência (advinda da TRI) no eixo das abcissas. Tal modificação se justifica, pois, como dito anteriormente, tanto a proficiência do estudante (nota) e a dificuldade do item estão em uma mesma escala, permitido, assim, a comparação direta entre elas.

Linguagem gráfica

Frequentemente nos deparamos com meios de comunicação que apresentam as informações expressas em formas de texto não-verbal: gráficos, infográficos ou tabelas. Isto ocorre porque essas ferramentas possibilitam sintetizar e apresentar informações de maneira eficiente. Por esse motivo, é desejável que o cidadão saiba ler, interpretar e fazer inferências a respeito do conteúdo que está presente nessas representações.

A leitura dessas imagens exige habilidades específicas que devem levar em conta não somente a estrutura do gráfico, mas também o contexto no qual ele está inserido. Pesquisas recentes (Jornet e Roth, 2015; Postigo e Pozo, 2000; Roth, 2013) apontam para as dificuldades apresentadas por alunos e professores na interpretação de representações. Os resultados indicam que quanto mais familiar o contexto, maior a apropriação do conteúdo representado. Além disso, estudos, realizados com alunos de diferentes níveis escolares, demonstraram que a complexidade da imagem, levando em conta estrutura e variáveis presentes nos gráficos, também exerce influência direta na leitura.

Segundo Postigo e Pozo (2000) um gráfico pode ser compreendido como uma ferramenta que representa visualmente a relação numérica existente entre duas ou mais variáveis, com basicamente três características relevantes para sua compreensão:

a) Estrutura gráfica: pode ser de linha, barra ou setor. Teoricamente, as estruturas de linhas tendem a apresentar a informação de maneira mais implícita, exigindo do leitor um maior grau de conhecimento da representação. As estruturas de barras e setores, por serem “mais visuais”, ou seja, apresentarem a informação de maneira mais explícita facilita a

leitura do conteúdo. Gráficos de setores requerem do leitor noções básicas a respeito de porcentagem, por esse motivo quando comparados aos gráficos de barras são considerados mais “difíceis”.

b) Estrutura numérica: pode ser nominal ou ordinal. Variáveis nominais apresentam a informação de modo mais explícito quando comparada com as variáveis ordinais. Estas variáveis por sua vez permitem ao leitor fazer uma análise mais detalhada da representação, uma vez que possibilitam fazer previsões e estabelecer tendências. Dito isto, considera-se que variáveis ordinais atribuem ao gráfico uma complexidade maior quando comparada às variáveis nominais.

c) Processamento da informação: pode ser explícito, implícito ou conceitual. Quando a interpretação requer somente uma leitura superficial do gráfico pode-se dizer que a informação é apresentada de maneira explícita. Representações gráficas, envolvendo demandas como identificar padrões e tendências existentes entre as variáveis, possuem um nível de processamento considerado implícito. Por último, quando a interpretação da informação está centrada no estabelecimento de relações conceituais, a partir de uma análise global, exigindo que o leitor interprete, explique e faça projeções para o fenômeno apresentado, pressupõe o nível de processamento conceitual.

Ainda, segundo esses autores, cada uma dessas características exige um nível diferente de proficiência do respondente. Por esse motivo considera-se que a associação dessas características pode influenciar no grau de complexidade da interpretação da representação gráfica.

Neste trabalho é proposto um estudo utilizando as variáveis propostas por Postigo e Pozo (2000) para a análise dos níveis de complexidade dos itens com gráficos aplicados nas provas do Enem em 2015. Buscar-se-á encontrar correlações entre os níveis de complexidade gráfica do item, os resultados estatísticos, provenientes da Análise Gráfica dos Itens (AGI), e o desempenho dos estudantes, estratificado de acordo com a dependência administrativa das escolas.

Metodologia

Realizou-se análise documental (Bardin, 2011) da prova do Enem aplicada no ano de 2015, identificando, solucionando e classificando os itens que apresentaram representações gráficas. Tendo como base Postigo e Pozo (2000) e Marques e Cintra (2017) os itens foram classificados de acordo com suas estruturas gráfica (linha, barra e setores) e numérica (ordinal e nominal) e o nível de processamento (conceitual, implícito e explícito). Posteriormente foram atribuídos valores às essas classificações: valores menores para variáveis consideradas menos complexas e valores maiores para estruturas mais complexas. Na classificação da estrutura gráfica e do nível de processamento, atribuiu-se valor 3 para os gráficos de linha e nível de processamento conceitual; valor 2 para gráficos de setores e nível de processamento implícito; e valor 1 para gráficos de barras e nível de processamento explícito. Para a estrutura numérica, a classificação se processou atribuindo valor 2 para estrutura ordinal e 1 para a nominal. O resumo dos parâmetros descritos é apresentado na Tabela 1.

Considerando-se as três classes de características analisadas e as complexidades a elas atribuídas (Tabela 1), os itens foram classificados em três níveis de dificuldade. Na Tabela 2 são indicadas as somatórias possíveis para cada item avaliado. O nível de dificuldade (ND) é obtido pela associação de características com diferentes graus de complexidade. Ao ND3 estão associadas características com alto grau de complexidade, o ND2 contempla características de complexidade intermediárias, enquanto o ND1 indica a associação de características de menor complexidade.

Característica	Complexidade
<i>Estrutura Gráfica</i>	
Linhas	3
Barras	2
Setores	1
<i>Estrutura Numérica</i>	
Ordinal	2
Nominal	1
<i>Nível de Processamento</i>	
Conceitual	3
Implícito	2
Explícito	1

Tabela 1.- Relação entre as características gráficas e respectivas complexidades. (Fonte: Elaborada pelos autores)

Características Analisadas	Somatória das Complexidades	Nível de Dificuldade (ND)
Estrutura. Gráfica +	7 a 8	3
Estrutura Numérica +	5 a 6	2
Nível de Processamento	4 a 3	1

Tabela 2.- Relação entre as características dos gráficos e o nível de dificuldade. (Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa).

A partir dos microdados disponibilizados pelo INEP (INEP, 2017) foram obtidas informações estatísticas, em sua forma bruta, dos itens com linguagem gráfica.

Como referencial para as análises estatísticas, foi utilizada a metodologia proposta por Klein (2005) e por Sousa (2013) para obtenção dos dados que proporcionaram a construção dos gráficos de AGI. As proporções empíricas (eixo das abcissas) foram obtidas considerando proficiências predefinidas em intervalos de $\frac{1}{4}$ de desvio-padrão da escala do Enem (25 pontos). Por exemplo: para o valor de proficiência 375 foi considerado o intervalo de proficiências de [362,5; 387,5]. Os resultados do percentual de marcação de cada alternativa do item, para cada intervalo de proficiência, foram plotados no gráfico. Para esse estudo foram considerados os respondentes presentes nos dois dias de avaliações e que terminaram o ensino médio no ano de 2015, os chamados, pelo INEP, de concluintes regulares.

Os recortes na base dos dados forneceram os seguintes quantitativos de estudantes, em cada uma das dependências administrativas: Estadual: 1.080.012; Particular: 289.697; Municipal: 13.668 e Federal: 32.565 estudantes.

Resultados

Na Tabela 3 são apresentados os resultados referentes à classificação dos itens considerando cada uma das características das representações gráficas: estrutura gráfica (barra, linha, setores), estrutura numérica (nominal ou ordinal) e nível de processamento da informação (explícito, implícito ou conceitual), a somatória dos valores de complexidade atribuídos à cada uma das características e os NDs.

Área Item	Características gráficas	Características numéricas	Nível de Processamento	Somatória das complexidades	Nível de Dificuldade (ND)
M_140	Barras (1)	Nominal (1)	Explícito (1)	3	1
CN_48	Barras (1)	Ordinal (2)	Conceitual (3)	6	2
M_136	Linha (3)	Nominal (1)	Implícito (2)	6	2
M_138	Linha (3)	Ordinal (2)	Explícito (1)	6	2
M_169	Setor (2)	Nominal (1)	Implícito (2)	5	2
CN_50	Linha (3)	Ordinal (2)	Implícito (2)	7	3
CN_69	Linha (3)	Ordinal (2)	Conceitual (3)	8	3
M_154	Linha (3)	Ordinal (2)	Conceitual (3)	8	3
M_172	Linha (3)	Ordinal (2)	Implícito (2)	7	3
M_176	Linha (3)	Ordinal (2)	Implícito (2)	7	3

Tabela 3.- Relação entre representações gráficas e os níveis de dificuldade dos itens presentes na prova aplicada em 2015 (CH: Ciências Humanas, CN: Ciências das Natureza e M: Matemática).

No nível de dificuldade ND1 observa-se a associação de características gráficas menos complexas, cujas somatórias estão na faixa entre 3 e 4. Gráfico de barras com variáveis nominais e conteúdo explícito apresentam características de menores complexidades; no entanto, essas não são as únicas possibilidades de associações. É possível que uma dessas variáveis seja alterada de modo que o item permaneça no mesmo ND. Vale ressaltar que características como gráficos de linhas e nível de processamento conceitual, devido ao seu alto valor de complexidade, nunca farão parte deste ND.

No ND2 a somatória das complexidades compreende os valores 5 ou 6. Nesse nível podem estar associadas características gráficas de alta e baixa complexidade. O fato dos itens presentes no ND2 poderem englobar associações de quaisquer das variáveis gráficas possíveis, de alta e baixa complexidade, faz com que seu nível de dificuldade seja considerado intermediário. A presença de uma característica de alta complexidade (conhecimento conceitual, por exemplo) pode ser numericamente compensada por uma outra característica de complexidade baixa (estrutura de barras, por exemplo) resultando na classificação intermediária (ND2).

Já no ND3 encontra-se somente a associação de características com maiores níveis de complexidade e, por esta razão, ND3 é o nível no qual a linguagem gráfica apresenta maior dificuldade para ser interpretada. A

associação de gráficos de linhas, com variáveis ordinais e conteúdos conceituais tende a apresentar as informações de maneira mais discreta, exigindo do leitor um maior processamento na leitura e interpretação da representação.

Ainda com relação aos resultados apresentados na Tabela 3, pode-se observar que o único item classificado no ND1 pertence à área de Matemática. Os níveis ND2 e ND3 possuem itens pertencentes às áreas de Ciências da Natureza e Matemática, com predominância desta última, uma vez que ela possui proporcionalmente o maior número de itens com linguagem gráfica da prova.

A literatura aponta que as habilidades relacionadas às competências representacionais, que incluem a integração de representações externas e internas e os respectivos processos envolvidos, são consideradas críticas na aprendizagem de conceitos relativos às áreas das ciências (química, biologia e física) e da matemática (Pande e Chandrasekharan, 2017). Neste cenário, as habilidades relacionadas à alfabetização gráfica, *graphical literacy* (Roth, Pozzer-Ardenghi e Han, 2005), são importantes ferramentas na articulação de conceitos e modelos teóricos. Não somente na leitura e compreensão de informações, mas na identificação de relações de diferentes variáveis e elaboração de tendências (Barquero, Schnotz e Reuter, 2000).

Com o intuito de melhor compreender esse cenário, a seguir serão apresentadas as análises pedagógicas e estatísticas de alguns itens representativos de cada um dos ND discutidos.

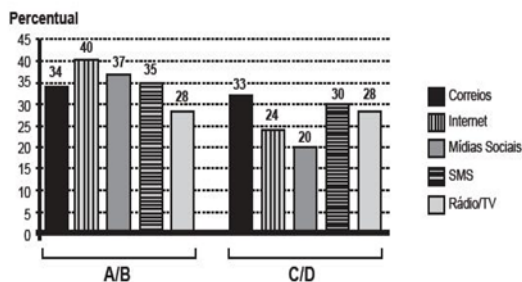
O item apresentado na Figura 1 pertence à área de matemática e o contexto refere-se a uma pesquisa de mercado na qual foram avaliados quais meios de comunicação são mais eficientes para cada classe da população: A, B, C e D. Os dados foram representados por meio de um gráfico de barras contendo variáveis nominais. As barras (eixo x) representam as classes de consumidores e as texturas em cada uma delas indicam os meios de comunicação. A variável y indica o percentual de participação para cada classe social nos referidos meios de comunicação. A resolução do item requer uma análise direta do gráfico, uma vez que o respondente deve identificar, em cada classe, a barra com maior altura, indicando o maior percentual (o gabarito é a alternativa B). Conforme já discutido e segundo Postigo e Pozo (2000), este modo de apresentação de informação pode ser considerado explícito e a união destas três características do gráfico: barras-nominal-explícito confere ao item características pertencentes ao ND1.

Na Figura 2 é apresentada a AGI para o item M_140. Conforme esperado, a porcentagem de respondentes que optam pelo gabarito (alternativa B) aumenta à medida que ocorre o aumento de suas proficiências. Tomando como parâmetro para determinação da dificuldade empírica do item a proporção de acerto de 65% (Andrade, Tavares e Valle, 2000), podemos verificar que a dificuldade empírica do item, na escala do Enem, está em torno de 480 pontos.

QUESTÃO 140

Uma pesquisa de mercado foi realizada entre os consumidores das classes sociais A, B, C e D que costumam participar de promoções tipo sorteio ou concurso. Os dados comparativos, expressos no gráfico, revelam a participação desses consumidores em cinco categorias: via Correios (juntando embalagens ou recortando códigos de barra), via internet (cadastrando-se no site da empresa/marca promotora), via mídias sociais (redes sociais), via SMS (mensagem por celular) ou via rádio/TV.

Participação em promoções do tipo sorteio ou concurso em uma região



Uma empresa vai lançar uma promoção utilizando apenas uma categoria nas classes A e B (A/B) e uma categoria nas classes C e D (C/D).

De acordo com o resultado da pesquisa, para atingir o maior número de consumidores das classes A/B e C/D, a empresa deve realizar a promoção, respectivamente, via

- A Correios e SMS.
- B internet e Correios.
- C internet e internet.
- D internet e mídias sociais.
- E rádio/TV e rádio/TV.

Figura 1.- Reprodução do Item da área de Matemática, prova azul (M_140) aplicado no Enem 2015. (INEP, 2015a). De acordo com esse estudo, classificado como ND1.

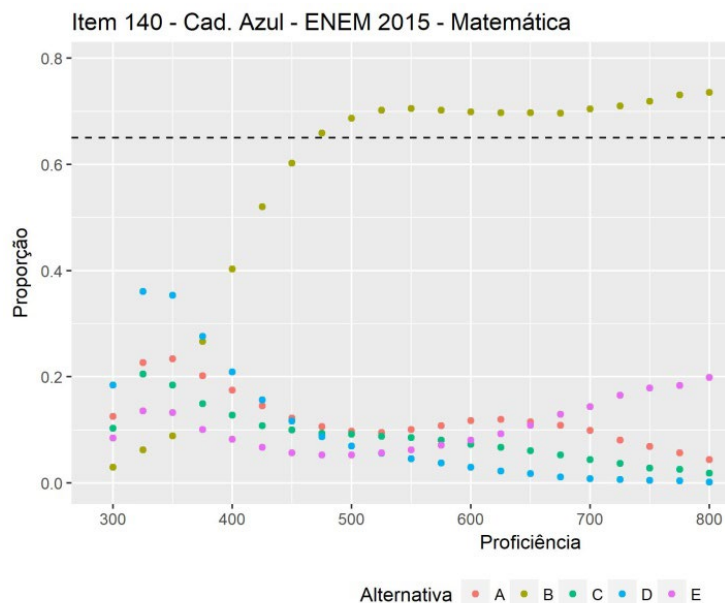


Figura 2.- Probabilidade de resposta em função da proficiência para o item M_140, prova azul aplicada no Enem 2015. (Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa).

Para melhor compreensão do valor associado à essa dificuldade empírica, pode-se, pelo fato de estarem na mesma escala, compará-la com o valor de proficiência média dos respondentes do Enem presente nos relatórios do INEP. De acordo com o último relatório disponibilizado (INEP, 2015b) o valor de referência é representado por meio do desempenho médio dos

concluintes regulares que participaram da prova do Enem em 2009. Este valor foi definido como sendo igual a 500 pontos e com desvio padrão (variabilidade media) igual a 100 pontos (INEP, 2015b). Comparando o valor da dificuldade empírica deste item com o valor usado como referência, podemos inferir que ele poderia ser resolvido corretamente por respondentes com proficiência abaixo da proficiência média, corroborando assim a classificação do item no nível ND1.

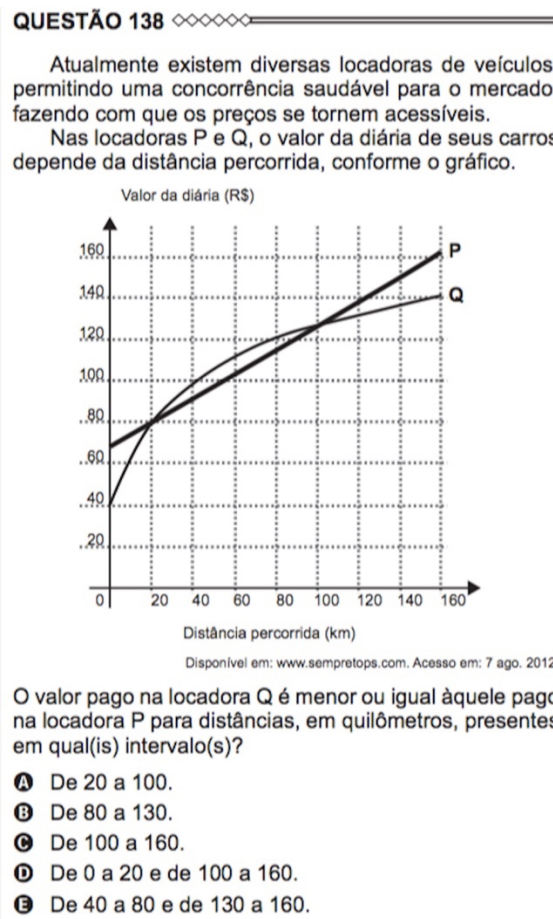


Figura 3.- Reprodução do item da área de Matemática, prova azul M_138 (INEP, 2015a). De acordo com esse estudo, classificado como ND2.

A Figura 3 apresenta o item M_138, presente na prova de matemática. Nele é considerando um contexto referente ao preço de mercado para o aluguel de carros de duas locadoras (P e Q). No gráfico pode-se verificar a variação do aluguel em decorrência da distância percorrida para as duas locadoras. Para solucionar a situação-problema o respondente deveria analisar as duas curvas e encontrar os pontos nos quais o preço pago na locadora Q é maior ou igual aquele pago pela locadora P. A informação necessária para a resolução do item está explícita na representação gráfica o que, de acordo com Postigo e Pozo (2000), facilita a resolução da situação-problema, apesar de tratar-se de um gráfico com linhas e estrutura numérica ordinal.

Na Figura 4 é apresentada a AGI para o item M_138. Analisando o gráfico pode-se observar uma distribuição equivalente nas proporções das cinco

alternativas até a proficiência de aproximadamente 480 pontos. Acima deste valor a curva do gabarito, apresenta um comportamento crescente alcançando o parâmetro de 65% quando a proficiência atinge o valor de 650 pontos.

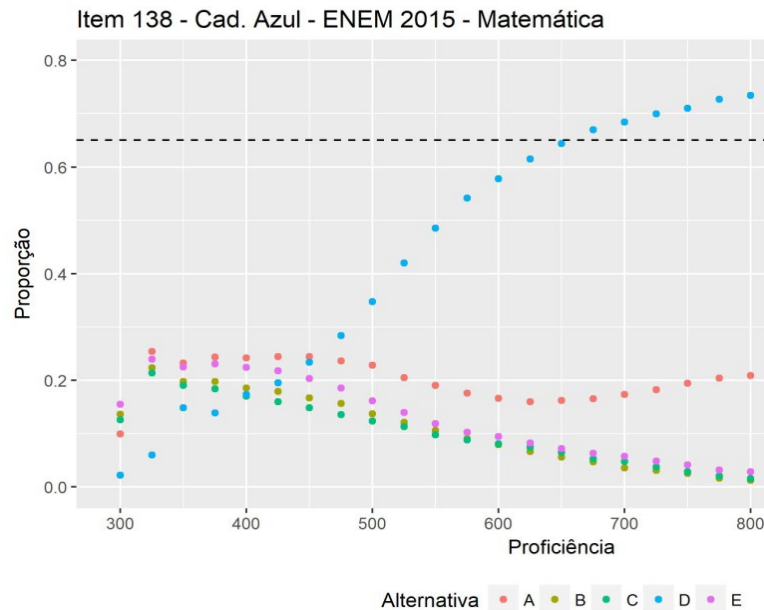
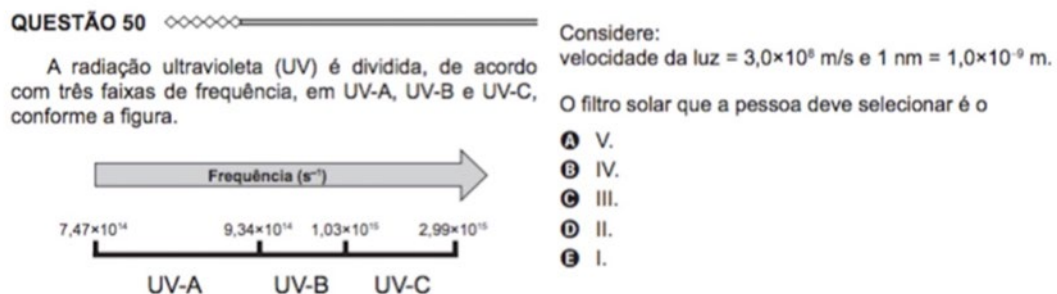


Figura 4.- Probabilidade de resposta em função da proficiência para o item M_138, prova azul aplicada no Enem 2015. (Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa).



Para selecionar um filtro solar que apresente absorção máxima na faixa UV-B, uma pessoa analisou os espectros de absorção da radiação UV de cinco filtros solares:

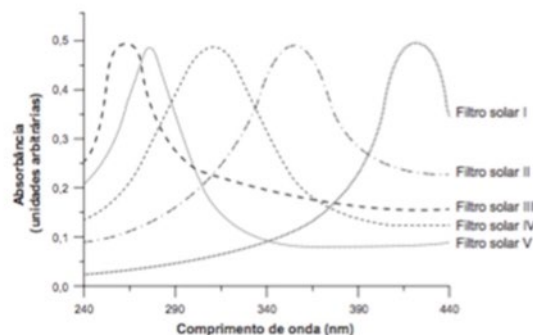


Figura 5.- Reprodução do item da área de Ciências da Natureza, prova azul CN_50 (INEP, 2015a). De acordo com esse estudo, classificado como ND3.

Na Figura 5 é apresentado a reprodução do item CN_50. Trata-se de um item que avalia conhecimentos relacionados à subárea da física. Na situação-problema são apresentados espectros de absorção da radiação UV para cinco filtros solares diferentes, em função do comprimento de onda. O respondente deveria avaliar o bloqueador solar mais adequado para absorver a radiação UV-B, impedindo que a pele seja prejudicada. Para a resolução deste item seria necessário que o respondente utilizasse conceitos prévios de ondulatória para encontrar o valor de comprimento de onda associado a faixa do espectro UV-B. Após a realização dos cálculos o respondente deveria relacionar o resultado com o gráfico, encontrando a curva que representasse o filtro solar com absorção máxima na faixa do comprimento de onda calculado.

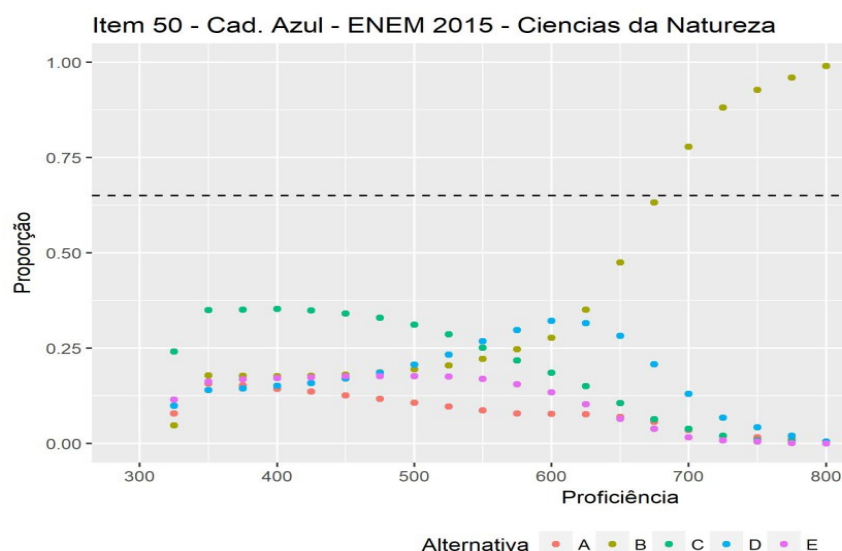


Figura 6.- Probabilidade de resposta em função da proficiência para o item CN_50, prova azul aplicada no Enem 2015. (Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa).

Na Figura 6 é possível perceber que as alternativas foram marcadas de maneira regular, com destaque para a alternativa C, que apresenta proporção de resposta superior à do gabarito (alternativa B) até aproximadamente a proficiência 500 pontos. A explicação para esse comportamento pode estar associada a uma confusão na leitura do valor correspondente à velocidade da luz, uma vez que, o exercício, traz uma conversão de metro para nanômetro e, caso esse valor fosse considerado como a própria velocidade, a alternativa C atenderia ao resultado. A partir da proficiência de 600 pontos o gabarito ganha destaque e a acima deste valor nenhuma alternativa apresenta valores consideráveis na proporção de acertos. Para este item a dificuldade empírica é próxima de 680 pontos.

Para os demais itens deste estudo, foram elaboradas a AGI e os resultados confrontados com a classificação realizada nos NDs. Na maioria dos casos foi observada correlação direta entre o ND e a dificuldade empírica, ou seja, maior o ND maior o valor da proficiência requerida para que 65% dos respondentes acertassem o item. O último relatório pedagógico do Enem emitido pelo INEP traz informações que podem auxiliar na compreensão dos resultados aqui apresentados, no que diz respeito às

áreas de conhecimentos avaliadas no Exame. Espera-se que quanto mais elevados forem os valores das médias das proficiências, maior o desempenho dos respondentes. Para os anos de 2011 e 2012 a média da proficiência dos participantes em Ciências da Natureza foi $466,5 \pm 83,9$ pontos em 2011 e $473,2 \pm 78,6$ pontos em 2012. No ano de 2015 têm-se as seguintes médias de proficiência para os concluintes regulares: Ciências da Natureza 478,9 pontos e 467,9 pontos para a área de Matemática. Considerando os valores de proficiências necessárias para que 65% dos respondentes acertassem os itens presentes neste estudo, podemos inferir que a maioria deles demandou valor acima da proficiência média (INEP,2015b).

Com o intuito de corroborar a relação entre os níveis de dificuldade (ND) estabelecidos e a taxa de acerto de cada item, foi investigada a porcentagem de acerto de cada item em função do tipo de escola frequentada pelo respondente, ou seja, de acordo com o setor administrativo. Os resultados desta investigação são apresentados na Tabela 4.

		Setor Administrativo			
Área_Item	Nível de Dificuldade ND	Federal	Privado	Municipal	Estadual
		Proporção de acertos (0-1,00)			
CH_40	1	0,79	0,78	0,60	0,57
CN_48	2	0,48	0,47	0,34	0,32
M_136	2	0,59	0,54	0,31	0,27
M_138	2	0,59	0,54	0,31	0,27
M_169	2	0,41	0,39	0,33	0,32
CN_50	3	0,28	0,27	0,20	0,19
CN_69	3	0,21	0,19	0,15	0,14
M_154	3	0,13	0,11	0,12	0,12
M_172	3	0,32	0,29	0,21	0,19
*M_176	3	0,74	0,72	0,50	0,46

Tabela 4.- Proporção de acertos de acordo com o setor administrativo para os itens com gráficos do Enem de 2015 (Caderno Azul). Os dados foram obtidos a partir dos microdados disponibilizados pelo INEP).

Observa-se que a proporção de acertos é muito dependente das características do item e do conhecimento que é avaliado. Pode-se dizer que a medida que cresce o nível de dificuldade, a proporção de acertos diminui para grande maioria dos itens, com exceção do item 176 da prova de matemática (M_176). Os resultados para ele são divergentes, uma vez que, mesmo pertencendo ao ND3 possui proporções de acertos semelhantes ao item presente no ND1. Consideramos ser interessante apresentar aqui uma discussão sobre esse item, reproduzido na Figura 7.

QUESTÃO 176

Após realizar uma pesquisa de mercado, uma operadora de telefonia celular ofereceu aos clientes que utilizavam até 500 ligações ao mês o seguinte plano mensal: um valor fixo de R\$ 12,00 para os clientes que fazem até 100 ligações ao mês. Caso o cliente faça mais de 100 ligações, será cobrado um valor adicional de R\$ 0,10 por ligação, a partir da 101ª até a 300ª; e caso realize entre 300 e 500 ligações, será cobrado um valor fixo mensal de R\$ 32,00.

Com base nos elementos apresentados, o gráfico que melhor representa a relação entre o valor mensal pago nesse plano e o número de ligações feitas é:

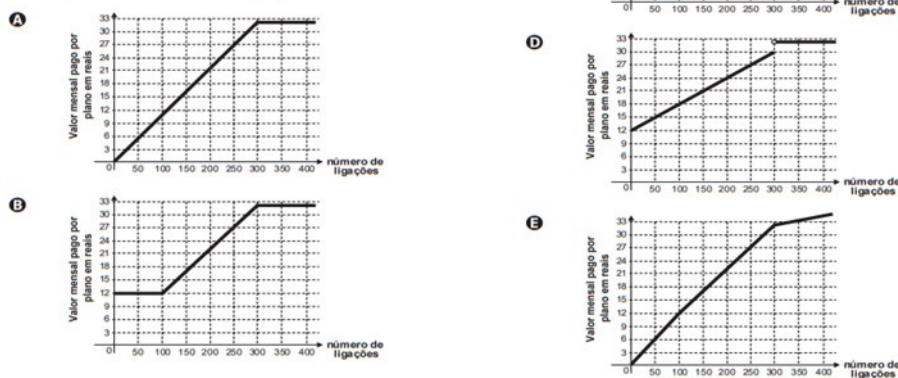


Figura 7.- Reprodução do item da área de Matemática, prova azul M_176 (INEP, 2015a). De acordo com esse estudo, classificado como ND3.

Pode-se verificar (Figura 7) que neste item os gráficos são apresentados nas alternativas e não no texto-base, como nos demais itens analisados, solicitando que o respondente transponha para a linguagem gráfica a resposta ao problema proposto. De acordo com o enunciado, o respondente deve prever graficamente a relação esperada para um plano oferecido por uma empresa de telefonia celular: valores fixos na mensalidade (eixo y) correspondentes a quantidades pré-determinadas de ligações (eixo x) que resultaria numa reta paralela ao eixo x. A correta identificação desse comportamento já permitiria ao respondente excluir quatro das cinco alternativas propostas, uma vez que, a faixa que compreende as 100 primeiras e as 300 últimas ligações apresentam valores fixos.

A possibilidade de exclusão de parte das alternativas indica a ausência de plausibilidade na construção dos distratores do item. De acordo com Haladyna e Downing (1989), a qualidade de um item está relacionada às correlações válidas que podem ser estabelecidas entre texto-base e enunciado, a clareza do questionamento envolvendo a situação-problema a ser analisada e a plausibilidade das alternativas. Problemas associados à estrutura do item podem comprometer o processo avaliativo, uma vez que o respondente usa de artifícios para responder o item, sem necessariamente ter conhecimento do conteúdo que se pretende avaliar. Esse seria um dos motivos que poderiam explicar o comportamento estatístico do item.

De acordo com a Figura 8 o gráfico correspondente à proporção de escolha de cada alternativa em função da proficiência corrobora com as observações pedagógicas apresentadas para o item. A curva correspondente ao gabarito cresce à medida em que a proficiência aumenta e a proporção dos 65% é alcançada respondentes com proficiência de 500

pontos. As demais curvas não apresentam proporções de escolha consideráveis, uma vez que apresentam baixa plausibilidade.

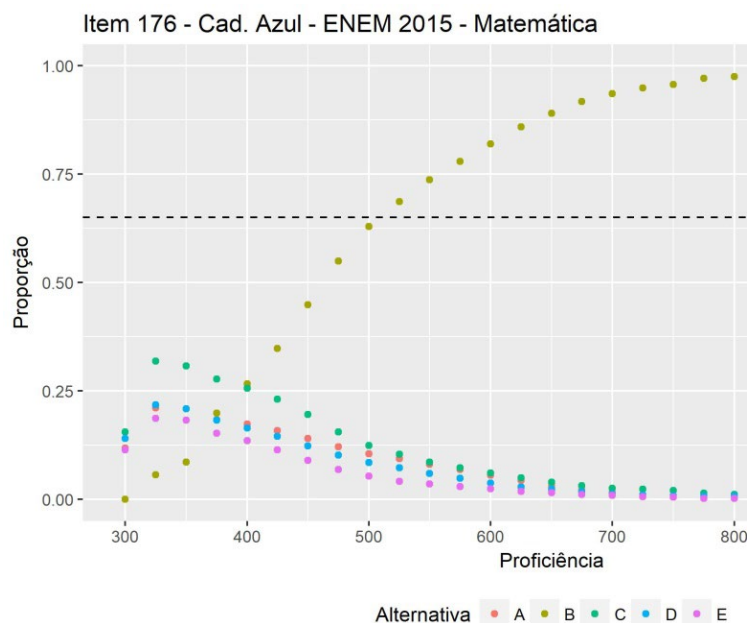


Figura 8.- Probabilidade de resposta em função da proficiência para o item M_176, prova azul aplicada no Enem 2015. (Fonte: Elaborada pelos autores a partir de dados da pesquisa).

Outro ponto que deve ser considerado neste item é o contexto em que ele foi elaborado. Em pesquisas nas quais foram analisados os desempenhos de indivíduos com baixa proficiência na interpretação de gráficos (Jornet e Roth, 2015) e indivíduos com alta proficiência, como cientistas da área de ciências (físicos, biólogos, químicos) (Roth, 2013), foi observado que mesmo indivíduos com adequada alfabetização gráfica (*graphical literacy*) apresentaram dificuldades na interpretação de informações gráficas em um contexto diferente daquele presente na sua rotina. Por outro lado, a interpretação foi bastante facilitada em contextos familiares ao leitor.

O contexto descrito no item M_176 aborda a situação-problema de um plano de telefonia celular. Sabe-se que atualmente grande parte da população já esteve numa situação de avaliar propostas oferecidas por uma empresa de telefonia. Ou seja, o contexto em que a situação-problema do item foi elaborada é bastante recorrente para a maioria dos respondentes do exame. Se tomarmos como base os respondentes do Enem do ano de 2012, a grande maioria dos participantes era formada por jovens entre 16 e 25 anos (INEP, 2015b). Diante deste cenário, a proximidade do contexto presente no item com a realidade dos respondentes, pode ser considerado um fator que influenciou positivamente nas respostas dos mesmos.

Finalmente, os resultados apresentados na Tabela 4 também evidenciam que a variação na proporção de acertos é equivalente para todos os setores administrativos, ou seja, a medida o ND aumenta, a proporção de acertos para todos os setores diminui. Os itens com proporções de acertos superiores a 50% apresentam, em sua maioria, gráficos de barras, com variáveis nominais e conteúdo de forma explícita (ND1). Os itens com

proporção de acertos entre 30% e 50% são aqueles nos quais gráficos e conteúdos são apresentados de maneira mais elaborada, e exigem um nível de interpretação maior para a resolução da situação-problema (ND2). Por fim, os itens com acertos inferiores a 30% exigem um maior nível de processamento de informação, ou seja, o respondente deve recorrer a conteúdos implícitos e conceituais (ND3), tornando mais complexa a resolução da situação-problema.

Neste estudo é possível notar que, nos itens avaliados, o desempenho de respondentes dos setores administrativos federal e privado é, em média, 30 pontos percentuais maior do que aqueles provenientes dos setores municipal e estadual. No que diz respeito às escolas particulares, esses resultados são corroborados por estudos realizados por Valente (2017). Soares e Andrade (2006) realizaram pesquisas baseadas em aspectos como nível sócio econômico, qualidade e equidade na rede de ensino da cidade de Belo Horizonte, e concluíram que as escolas federais são [...] consideradas as melhores escolas da cidade, pois agregam muito a seus alunos (Soares e Andrade, 2006, p. 122). Na última década houve um expressivo aumento do número de vagas nas escolas federais, decorrente do Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica (Ministério da Educação, 2016), consolidado na expansão dos Institutos Federais de Educação (Thomaz, 2013). Aparentemente, essa expansão não acarretou em mudanças significativas no ensino oferecido, uma vez que, em acordo com estudos realizados por Nascimento, Cavalcanti e Ostermann (2018) os respondentes provenientes desse setor ainda continuam apresentando desempenhos elevados.

Conclusões

A pesquisa aqui proposta investigou parâmetros estatísticos e pedagógicos de itens com linguagem gráfica presentes na prova do Enem aplicada no ano de 2015. Os itens com essa característica estiveram predominantemente na prova de Matemática (representaram cerca de 16% da prova desta área) e, em menor proporção, na prova de Ciências da Natureza.

Os resultados apresentados evidenciaram que as características das representações gráficas podem exercer influência na resolução da situação-problema. Os itens com linguagem gráfica foram classificados em diferentes níveis de dificuldade: ND1, ND2 e ND3. A maioria dos itens foi enquadrada nos níveis de dificuldade intermediário ND2 e alto ND3, e somente um item no nível de dificuldade baixo, ND1. Esses resultados ressaltam a importância da alfabetização gráfica (*graphical literacy*), uma vez que a análise de situações-problema mais complexas envolvendo a linguagem gráfica exige do candidato a interpretação das representações, indo além da leitura superficial da imagem.

A consonância entre os dados estatísticos e pedagógicos, pode ser observada na relação indireta entre os ND e a proporção de acertos: maior o ND, menor a proporção de acertos. A análise do desempenho por setor administrativo indicou grande discrepância nas proporções de acertos, de respondentes provenientes de escolas privadas e federais que, em média,

apresentam uma taxa 30% maior de acertos quando ao desempenho de respondentes provenientes dos setores municipais e estaduais.

Referências bibliográficas

Andrade, D. F., Tavares, H. R., e Valle R. da C. (2000). *Teoria da Resposta ao Item: conceitos e aplicações*. São Paulo: ABE.

Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.

Barquero, B., Schnotz, W., e Reuter, S. (2000). Adolescents' and adults' skills to visually communicate knowledge with graphics. *Infancia y aprendizaje*, 23(90), 71-87.

Devellis, R. F. (2006) Classical Test Theory. *Medical Care*, 44(11), 50-59.

Gomes, L. S. (2014) *A Teoria De Resposta Ao Item Na Avaliação Em Larga Escala: um estudo sobre o Exame Nacional de Acesso do Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT 2012*. Dissertação Mestrado, Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro.

Haladyna, T. M., e Downing, S. M. A. (1989) taxonomy of multiple-choice item-writing rules. *Applied measurement in education*, 2(1), 37-50.

Hambleton, R. K., e Jones, R. W. (1993). Comparison of classical test theory and item response theory and their applications to test development. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 12(3), 38-47.

INEP (2009) Matriz de Referência para o Enem. Brasília. Disponível em http://download.INEP.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf. Acesso em jan. 2019.

INEP (2010) Guia de Elaboração e Revisão de Itens. Brasília.

INEP (2011) Teoria de Resposta ao Item (Nota Técnica). Disponível em: http://download.INEP.gov.br/educacao_basica/enem/nota_tecnica/2011/nota_tecnica_tri_enem_18012012.pdf. Acesso em 22 jan. 2018.

INEP (2015a) Provas e Gabaritos. Disponível em: <<http://portal.INEP.gov.br/web/guest/provas-e-gabaritos>>. Acesso em fev. 2017.

INEP (2015b) Relatório Pedagógico 2011-2012. Disponível em: <<http://www.publicacoes.INEP.gov.br/portal/download/1401>>. Acesso em jun. 2016.

INEP (2017) Microdados do Enem 2015 já podem ser consultados. Disponível em: http://encceja.INEP.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/microdados-do-enem-2015-ja-podem-ser-consultados/21206>. Acesso em abril. 2017.

Jornet, A., e Roth, W. M. (2015). The joint work of connecting multiple (re)presentations in science classrooms. *Science Education*, 99, 378-403.

Klein, R. (2005). *Testes em rendimento escolar: Dimensões da Avaliação Educacional*. Rio de Janeiro: Vozes.

Lemke, J. (2005). Multiplying meaning. Em J. R. Martin e R. Veel (Eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of Science* (pp. 87-114). London: Taylor & Francis e-Library.

Marques, E. G. F., e Cintra, E. P. (2017). Análise dos itens com linguagem gráfica presentes no ENEM de 2009 a 2016. *Enseñanza de Las Ciencias*, (Extra), 5211-5216.

Ministério da Educação (2016) Portal da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Disponível em <http://redefederal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal>. Acesso em jan.2018.

Nascimento, M. M., Cavalcanti, C., e Ostermann, F. (2018). Uma busca por questões de Física do Enem potencialmente não reprodutoras das desigualdades socioeconômicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 40(3), e3402-1 - e3402-17.

Pande, P., e Chandrasekharan, S. (2017). Representational competence: towards a distributed and embodied cognition account. *Studies in Science Education*, 53(1), 1-43.

Pasquali, L. (2004) *Psicometria: Teoria dos testes na Psicologia e na Educação*. Petrópolis: Vozes.

Postigo, Y., e Pozo, J. I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alunos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 23(90), 89-110.

Roth, W. M. (2013). Undoing Decontextualization or How Scientists Come to Understand Their Own Data/Graphs. *Science Education*, 97(1), 80-112.

Roth, W. M., Pozzer-Ardenghi, L., e Han, J. Y. (2005). *Critical graphicacy: Understanding visual representation practices in school science*. Dordrecht: Springer Science & Business Media.

Sartes, A. L. M., e de Souza-Formigoni, M. L. O. (2013). Avanços na psicometria: da Teoria Clássica dos Testes à Teoria de Resposta ao Item. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 26(2), 241-250.

Soares, J. F., e Andrade, R. J. D. (2006). Socioeconomic status, quality and equity in the schools of Belo Horizonte. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 14(50), 107-125.

Sousa, E. C. (2013). Utilização do método Bookmark para a interpretação pedagógica da escala de física no exame Nacional do Ensino Médio (Enem). *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 3417-3422.

Thomaz, S. M. (2013). *Avaliação do impacto do plano de expansão da rede federal na qualidade dos institutos federais de educação segundo indicadores de desempenho*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.

Valente, R. R. (2017). The vicious circle: effects of race and class on university entrance in Brazil. *Race ethnicity and education*, 20(6), 851-864.