

Ciências da Natureza e o Enem: estudos sobre as questões de 2009-2012

Gustavo Rubini¹, Marta F. Barroso²

1 LIMC/UFRJ e PEMAT/UFRJ

2 IF/UFRJ

Resumo

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) possui grande importância para os estudantes por ser a principal forma de acesso ao ensino superior no país, tornando-se uma ferramenta importante para avaliação da aprendizagem ao final do ensino médio. Os escores são obtidos por meio da utilização do modelo logístico de 3 parâmetros para o cálculo da nota dos candidatos. Neste trabalho, apresentam-se alguns dos resultados obtidos em estudos sobre a prova de Ciências da Natureza do Enem nas edições dos anos 2009 a 2012. Os parâmetros dos itens foram calculados, com utilização do ambiente R, e o total de acertos foi comparado aos escores TRI obtidos. Discutem-se os resultados obtidos para os parâmetros, e as curvas de informação dos testes, com a avaliação das regiões em que há boa precisão nesses escores. A utilização dos testes de Ciências da Natureza das edições do Enem, considerando de forma conjunta estudos quantitativos envolvendo dados ligados ao modelo da TRI, aos estudos utilizando dados da TCT e a análise qualitativa dos itens revela-se uma ferramenta importante para a compreensão de como está se dando a aprendizagem em ciências ao final do ensino médio.

Palavras-chave: Enem, teoria da resposta ao item, ensino de ciências, modelo logístico de 3 parâmetros.

1. Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) é um exame que ocorre anualmente e avalia competências e habilidades dos estudantes brasileiros ao final da educação básica. Suas notas são utilizadas para o acesso ao ensino superior, tanto em universidades públicas quanto em universidades privadas. Trata-se de um exame com resultados valiosos para os candidatos, e neste sentido uma avaliação cujo estudo permite inferências importantes sobre os processos de ensino e aprendizagem ao final do ensino médio.

Desde a edição de 2009, o exame utiliza o modelo logístico de 3 parâmetros para o cálculo da nota dos candidatos e é constituído por uma redação e quatro provas de múltipla escolha (Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias). A prova de Ciências da Natureza contém 45 questões de múltipla escolha e engloba as disciplinas de Biologia, Física e Química; há quatro cadernos de cores diferentes (azul, amarelo, branco e rosa) nos quais a ordem das 45 questões é diferente para dificultar eventuais tentativas de fraude. Os microdados do Enem podem ser obtidos publicamente na página do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep); a edição disponível mais recente é a de 2013.

Uma avaliação conjunta das questões e do desempenho dos alunos permite inferir aspectos importantes a respeito da aprendizagem escolar dos alunos brasileiros sobre ciências e este trabalho apresentará alguns resultados parciais obtidos da análise dos resultados do Enem.

2. Metodologia

Os microdados foram tratados no software *Statistical Packages for Social Sciences* (SPSS). Os quatro cadernos de provas tiveram suas questões reordenadas de acordo com o padrão da prova de cor azul. Como o objetivo da análise é obter um diagnóstico da aprendizagem dos estudantes brasileiros ao final do ensino médio, foram selecionados apenas os alunos concluintes do ensino médio. Dentre estes, foram mantidos apenas os alunos presentes em todas as provas do exame.

As questões foram classificadas por disciplina (Biologia, Física e Química), com classificação independente por 2 ou 3 pesquisadores e discussão para convergência dos resultados. Esta categorização foi julgada necessária por dois motivos. Em primeiro lugar, devido a aspectos epistemológicos, pois cada área possui características próprias da construção de seu conhecimento (raciocínio, argumentação, etc). Além disso, há nas escolas do ensino médio uma divisão disciplinar para o ensino de ciências.

Para a análise quantitativa, a montagem do banco de dados filtrado e os resultados da estatística descritiva simples (percentual de acerto nas questões) foram obtidos com a utilização do programa SPSS. Para o ajuste do modelo logístico de 3 parâmetros, foi utilizado o ambiente estatístico R (R Core Team, 2015) por meio do pacote *mirt* (Chalmers, 2012). Os parâmetros dos itens foram obtidos utilizando o método da máxima verossimilhança marginal (MMML) com o algoritmo EM (Bock & Aitkin, 1981). A proficiência dos candidatos foi estimada pelo método *expected a posteriori* (EAP), o mesmo utilizado pelo Inep para calcular a nota do Enem (Karino & Barbosa, 2011).

3. Resultados e comentários

Na Tabela 1, apresentam-se dados gerais sobre os escores fornecidos pelo INEP utilizando a TRI dos alunos concluintes na prova de Ciências da Natureza entre os anos 2009 e 2012, e os dados gerais relativos ao número de acertos nas provas (correspondente a uma nota fornecida classicamente).

Tabela 1. Dados gerais para alunos concluintes nas provas de Ciências da Natureza do Enem entre 2009 e 2012.

	Escore TRI (normalizado)				Nota TCT (de 0 a 10)			
	2009	2010	2011	2012	2009	2010	2011	2012
Média	501.1	485.0	466.5	473.0	3.4	3.2	3.2	3.0
D.P.	98.5	81.2	85.1	79.9	1.2	1.3	1.2	1.3
Mínimo	263.3	297.3	265.0	215.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Máximo	903.2	837.6	867.2	847.6	10.0	9.8	9.8	9.8

Fonte: Inep, Microdados do Enem 2009 a 2012, adaptado.

Esta tabela revela o que a análise das escolhas das alternativas (não apresentada aqui) pelos candidatos deixa ainda mais claro: o baixo desempenho dos alunos que estão terminando o ensino médio nas provas de Ciências da Natureza (Gonçalves Jr. 2012; Gonçalves Jr e Barroso 2014; Lopes 2015).

Nas figuras 1 a 4, apresentam-se as curvas características de todas as questões da prova de Ciências da Natureza, obtidas para este grupo (concluintes do ensino médio), entre os anos 2009 e 2012.

Figura 1. Enem 2009

Figura 2. Enem 2010

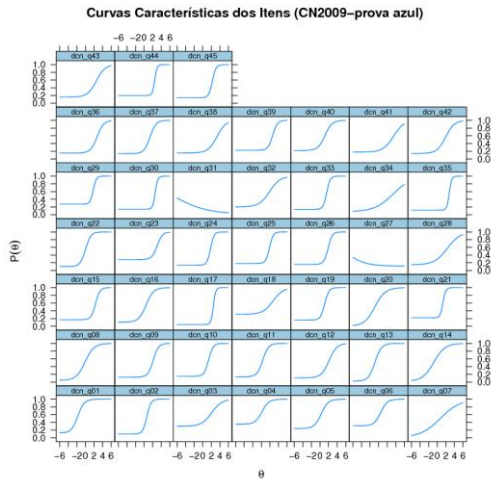


Figura 3. Enem 2011

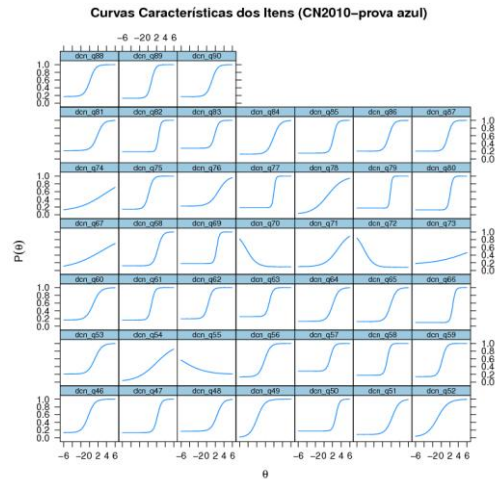


Figura 4. Enem 2012

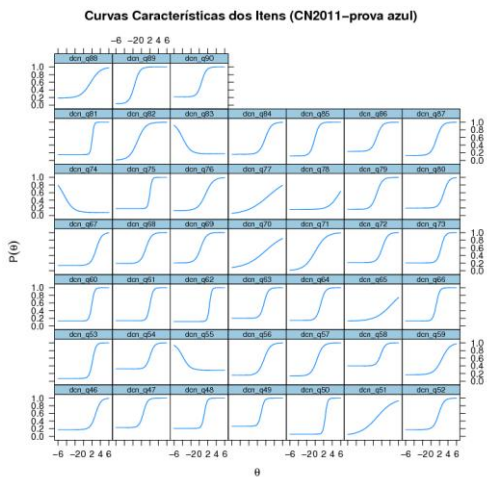


Figura 5. Enem 2009

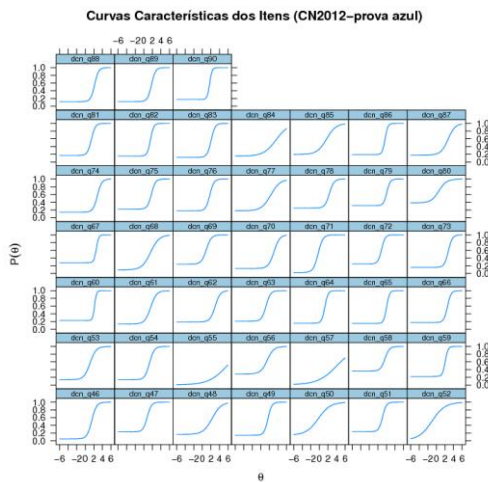


Figura 6. Enem 2010

A observação dessas figuras revela que algumas das questões parecem inadequadas para o modelo logístico de 3 parâmetros; apresentam, por exemplo, discriminação negativa (quase todas são associadas à disciplina de Física). Não há informações relativas à retirada dessas questões no cômputo do escore dos alunos.

O coeficiente de correlação entre os escores disponibilizados pelo Inep e os obtidos neste trabalho, estimados com o pacote *mirt*, variou entre 0,963 e 0,999, dependendo da edição. Este resultado confirma que os parâmetros dos itens, ainda que calculados de maneira independente, são próximos aos utilizados pelo Inep.

Nas Figuras 5 a 8, apresentam-se as curvas de informação e erro padrão nos cálculos dos escores para as edições consideradas do Enem.

Dessas figuras, observa-se que a função de informação nas quatro edições apresenta um máximo em torno de 2 desvios padrão da média, e o erro na atribuição do escore é muito alto para as faixas abaixo de 2 desvios padrão da média.

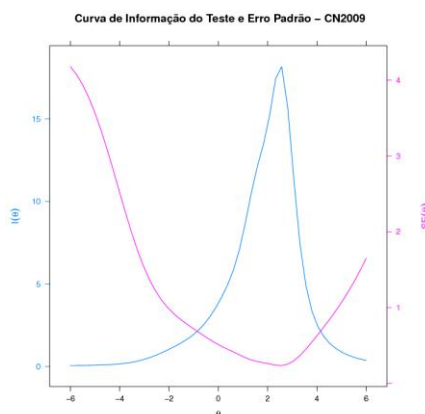


Figura 7. Enem 2011

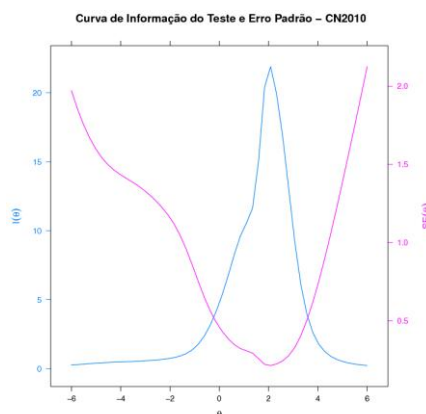
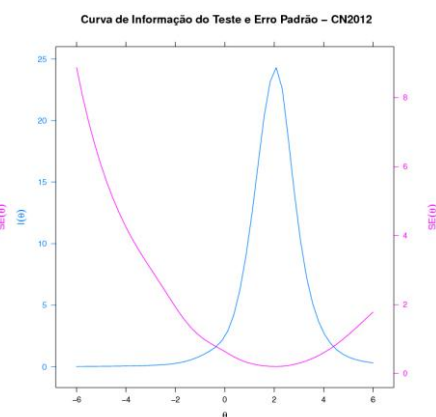
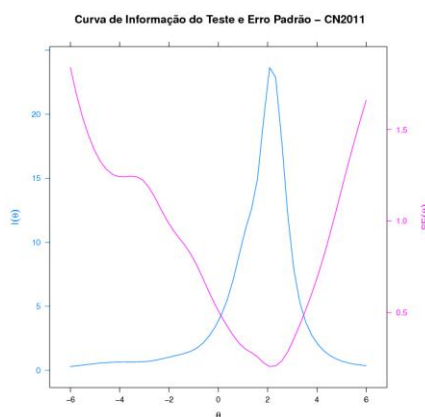


Figura 8. Enem 2012



4. Conclusões

Neste trabalho foram apresentados resultados parciais que fazem parte de um projeto de diagnóstico da aprendizagem em Física no Brasil a partir dos dados existentes de avaliações de larga escala e outras.

Dos dados aqui apresentados, vê-se que o exame é adequado para utilização para seleção em cursos universitários, mas é de baixa precisão na região de certificação dos alunos.

A análise qualitativa das questões, combinada com o estudo da marcação das alternativas, do percentual de acertos e das curvas características, permite inferir resultados a respeito de processos diversos de aprendizagem (disciplinar, por competências, características do processo de ensino e aprendizagem entre outros). Esse tipo de análise ainda está em andamento, e por isso não é apresentado aqui.

Agradecimentos

Agradecemos a Marcelo Shoey de O. Massunaga, José Christian Lopes e Wanderley Paulo Gonçalves Junior pelas discussões e pelos resultados parciais e preliminares obtidos na colaboração. O projeto foi financiado no período 2010-2014 pela CAPES-Observatório da Educação.

Referências

- Bock, R. D., & Aitkin, M. (1981). Marginal maximum likelihood estimation of item parameters: Application of an EM algorithm. *Psychometrika*, 46(4), 443-459.
- Chalmers, R., P. (2012). mirt: A Multidimensional Item Response Theory Package for the R Environment. *Journal of Statistical Software*, 48(6), 1-29.
- Gonçalves Jr, W.G. (2012). Avaliações em Larga Escala e o Professor de Física. 2012. Dissertação de Mestrado do Programa de Ensino de Física – IF UFRJ. 2012. Disponível em http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Wanderley_Goncalves/dissertacao_Wanderley_Goncalves.pdf. Consultado em 15/03/2013.
- Gonçalves JR.,W.P; Barroso, M.F. (2014). As questões de física e o desempenho dos estudantes no ENEM. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 1, 1402.
- Karino, C.A., & Barbosa, M.T.S. (2011). Nota técnica: Procedimento de cálculo das notas do ENEM. URL: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/nota_tecnica/2011/nota_tecnica_tri_enem_18012012.pdf. Consultado em 06/08/2015.
- Lopes, J.C. As questões de física do ENEM 2011. (2015). Dissertação de Mestrado do Programa de Ensino de Física – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes. Consultado em 10/05/2015.
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>. Consultado em 15/04/2015.