

# **FÍSICA EXPERIMENTAL NO ENEM: A INFLUÊNCIA DA ESCOLARIDADE DOS PAIS**

## **EXPERIMENTAL PHYSICS IN ENEM: PARENTS EDUCATION INFLUENCE**

**Renato Pacheco Villar<sup>1</sup>, Maurício Urban Kleinke<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>UNICAMP/PECIM/Colégio Bandeirantes/renato.villar@colband.com.br

<sup>2</sup>UNICAMP/DFA/kleinke@ifi.unicamp.

### **Resumo**

O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) é hoje a principal porta de acesso para o ensino superior do Brasil. Estudos apontam que um bom desempenho neste exame está fortemente ligado a fatores como renda e capital cultural. Em suas edições, o ENEM tem cobrado conhecimentos específicos em todas as áreas do conhecimento, e a experimentação em física tem aparecido com frequência. Porém, é sabido que o Brasil não tem a experimentação como uma prática rotineira em suas escolas. Desta forma, o objetivo deste trabalho é comparar o desempenho dos candidatos de diferentes níveis de capital cultural em itens de física experimental. Para isso, analisou-se as respostas de estudantes concluintes no ano que aplicaram o ENEM para as provas de 2013 e 2015, em questões com caráter experimental. Como resultado, observa-se que na prova de 2013, em que o teor dos itens experimentais era típico de especialistas, o desempenho geral dos estudantes foi muito abaixo do que nas questões de 2015, quando as questões experimentais se aproximavam do cotidiano dos candidatos. Observou-se também que o grau de escolaridade dos pais influencia fortemente no desempenho dos estudantes.

**Palavras-chave:** ENEM, física experimental, Capital Cultural.

### **Abstract**

The National Exam of Secondary Education (ENEM) is the main screening mechanism used to select candidates for university study in Brazil. Research has shown that a good performance in this exam is strongly related to factors such as household income and parents' schooling. In its past editions, the exam has focused on specific areas of learning, and experimentation in physics has been one of the them. However, it is known that in Brazil experimentation is not a common practice in High School. The aim of this project is to compare and contrast the performance of students from different cultural capitals on ENEM in questions related to experimentation in physics. To this end, the answers to questions related to experimentation in physics from the 2013 and 2015 exams were analyzed. As a result, it was observed that in the 2013 exam, for questions which dealt with more technical topics, the performance of the students was much lower than that of the 2015 exam, in which the questions addressed topics connected to the daily life of the candidates. It was also observed that parents' schooling has a considerable influence on the students' performance.

**Keywords:** ENEM, experimental physics, cultural capital.

### **Introdução**

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é hoje a principal porta de acesso ao Ensino Superior no Brasil sendo um dos exames de acesso ao ensino superior com maior número de candidatos do mundo, perdendo apenas que o GaoKao, o exame de acesso chinês (KLEINKE, 2017). Silva e Martins (2014) elucidam que, devido a sua

grandiosidade e importância, o ENEM vem ganhando legitimidade nas escolas e na formação de professores, configurando-se também como um dos possíveis delineadores curriculares. É notável o aumento da quantidade de escritos no ENEM nos últimos anos. Em 2009 o exame ampliou o número de provas e os dias de aplicação, passando a ser conhecido como “Novo ENEM”. O Novo ENEM passou a ser o exame de acesso às Universidades Federais, com o seu número de inscritos saltando de quase 4,2 milhões em 2009 para 8,7 milhões em 2014 (OLIVEIRA, 2013; INEP, 2014).

Devido ao grande número de candidatos que realizam o ENEM, temos a possibilidade de observar os efeitos de diferentes variáveis socioeconômicas sobre o desempenho dos candidatos, por exemplo, quando separados por renda familiar ou classe econômica (KLEINKE, 2017). Apesar do desempenho apresentar relação forte com a classe social do candidato, também existe dependência com o capital cultural que o candidato possui, o qual está em grande parte associada ao nível de instrução de seus familiares. Pierre Bourdieu já apontava o impacto do fator cultural como crucial para explicar a desigualdade em meados do século XX (BOURDIEU, 2002).

“[...] com diploma igual, a renda não exerce nenhuma influência própria sobre o êxito escolar e que, ao contrário, com renda igual, a proporção de bons alunos varia de maneira significativa segundo o pai não seja diplomado [...], o que permite concluir que a ação do meio familiar sobre o êxito escolar é quase exclusivamente cultural.” (BOURDIEU, 2002)

Esta desigualdade pode ser ainda mais evidente, quando a prova do ENEM trata de assuntos pouco disseminados nas escolas, como por exemplo a experimentação em física (KLEINKE, 2007). Segundo Gaspar (2014), a experimentação em ciências nunca chegou a ser uma prática pedagógica rotineira, já que até meados do século XX, poucas escolas possuíam equipamentos para experimentos e demonstrações.

Porém, pouco se faz para mudar este cenário. Azevedo e colaboradores (2009) sinalizam que as revistas de divulgação em física pouco trabalham esta temática da experimentação no ensino e, quando este assunto aparece, duas tendências são claras: Uma aponta para o uso de experimentos demonstrativos ou ilustrativos, o que submete a uma postura verificacionista, enquanto a outra tendência é associada a um tratamento quantitativo para os experimentos. Os autores afirmam que, muito embora as atividades experimentais de medição sejam importantes na formação de alunos, não devem encerrar as discussões quando o valor numérico é encontrado. Outros trabalhos apontam que o “fracasso experimental” no ensino de física pode estar associado a formação dos professores de física e suas condições de trabalho (LABURU, 2007).

Neste sentido, Costa e Moreira (1996) destacam que conteúdo e contexto são fundamentais na execução da tarefa de resolução de exercício e que isso diferencia especialistas e novatos neste tipo de tarefa. Itens com caráter experimental, tendem a se aproximar mais do contexto do especialista (pesquisador, professor, etc.) além de apresentarem o conteúdo específico, muitas vezes, distante do novato.

Ao apresentar itens de física com caráter experimental em suas edições, o ENEM passa a favorecer determinado grupo de indivíduos, ou todos os grupos se comportam da mesma forma? Mesmo que o item apresente uma contextualização no cotidiano eles não conseguem ser bem interpretados por nossos alunos. Os resultados do ENEM sugerem uma possível deficiência da visão experimental e da

aplicação dos conceitos de física por parte dos candidatos (KLEINKE, 2017). Desta forma, a pergunta de pesquisa do presente trabalho é:

O grau de escolaridade dos pais influencia no desempenho dos candidatos nos itens de física com abordagem experimental cotidiana e experimental laboratorial para especialistas?

### Metodologia

Do universo de todos os candidatos inscritos para as edições do ENEM, considerou-se neste trabalho apenas os candidatos que comparecerem nos dias de prova, que eram concluintes do ensino médio e que obtiveram nota maior do que zero na redação e na prova, sendo esse recorte formado por um total de 1.326.683 e 1.403.449 candidatos para as provas de 2013 e de 2015, respectivamente.

Foram selecionados para análise seis itens com caráter experimental nos exames de 2013 e 2015. Essas duas provas foram escolhidas por apresentarem itens com viés experimental (sendo selecionados três em cada ano) e pela modificação do perfil geral das duas provas, em que a dificuldade dos itens de física foi menor em 2015 que em 2013.

Na discussão dos itens utilizamos dois indicadores, o índice de facilidade do item (IFI) e o índice de concentração do item. O IFI é dado pela porcentagem de alunos que assinalam a alternativa correta, sendo um indicador típico da Teoria Clássica dos Testes (ALAGUMALAI e CURTIS, 2005).

O índice de concentração do item (*ICI*) utilizado neste trabalho é proposto por Bao e Redish (2001) para quantificar quão concentrados em uma única alternativa estão os resultados, ou quão distribuídas entre as diversas alternativas estão as respostas dos candidatos.

O *ICI* está associado à uma somatória da frequência da resposta ( $n$ ) para cada uma das  $n$ -ésimas alternativas ( $m = 5$ , em nosso caso) dividido pelo número de indivíduos analisados ( $N$ ). A relação é expressa por

$$r = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_i^2}}{N}.$$

O termo  $r$  é renormalizado para se transformar em um índice com valores entre zero e um, a partir da expressão abaixo:

$$ICI = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m} - 1} \times \left( r - \frac{1}{\sqrt{m}} \right).$$

Itens em que todos os candidatos respondem à mesma alternativa, seja ela certa ou errada, o valor de *ICI* é igual a um; no caso das respostas igualmente distribuídas entre as cinco alternativas, *ICI* é igual a zero (BAO E REDISH (2001). Os autores sugerem que *ICI* abaixo de 0,2 seriam indícios de respostas fornecidas ao acaso.

### Resultados e Discussões

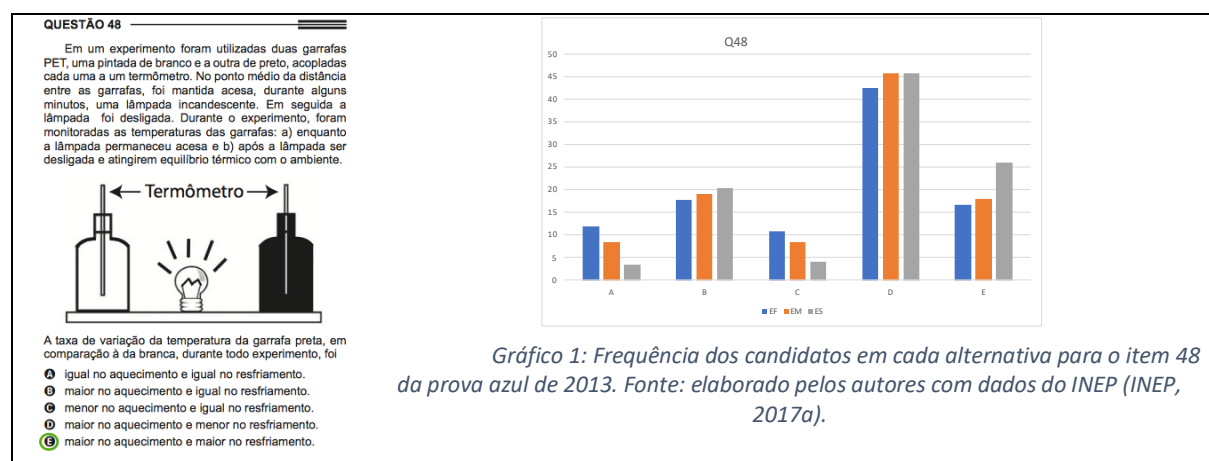
Foram analisados os itens com caráter experimental: Q48, Q83 e Q57 da prova azul de 2013 e Q63, Q85 e Q88 da prova azul de 2015. Para estes itens, foram calculados, além do IFI, o *ICI* geral da amostra e separado por escolaridade dos pais.

Tabela 1: ICI e IFI para os itens selecionados da prova de ciências da natureza de 2013 e 2015, para o desempenho geral e separados no grupos com ambos os pais com ensino fundamental completo (EF), ensino médio completo (EM) e ensino superior completo (ES).

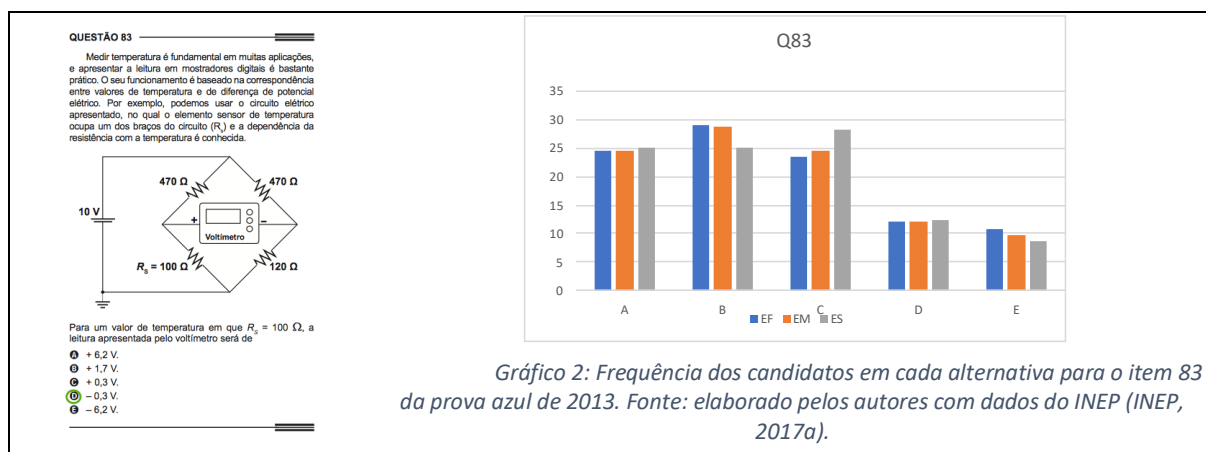
		Geral		ICI			IFI		
		ICI	IFI	EF	EM	ES	EF	EM	ES
2013	Q48	0,14	0,18	0,12	0,17	0,22	0,17	0,18	0,26
	Q83	0,04	0,12	0,05	0,05	0,05	0,12	0,12	0,13
	Q57	0,04	0,11	0,04	0,05	0,09	0,11	0,11	0,16
2015	Q63	0,14	0,38	0,12	0,16	0,40	0,33	0,41	0,63
	Q85	0,05	0,34	0,03	0,07	0,23	0,31	0,37	0,52
	Q88	0,12	0,19	0,13	0,13	0,13	0,18	0,20	0,29

Ao analisar os valores de ICI para a amostra geral de estudantes, verifica-se que, para todos os itens, o valor é menor do que 0,2, sugerindo respostas ao acaso. Ao separar as respostas dos estudantes nos grupos por escolaridade dos pais, pode-se verificar que, para estudantes com ambos os pais com ensino superior completo, metade dos itens apresentam ICI maior do que 0,2, o que sugere que para este grupo, as respostas não foram escolhidas ao acaso, indicando maior coerência entre nas respostas deste grupo comparado aos demais. Estudantes cujos pais tem apenas o ensino fundamental apresentam os menores valores de ICI, sendo que, para nenhum dos itens analisados, apresenta valor maior do que 0,2.

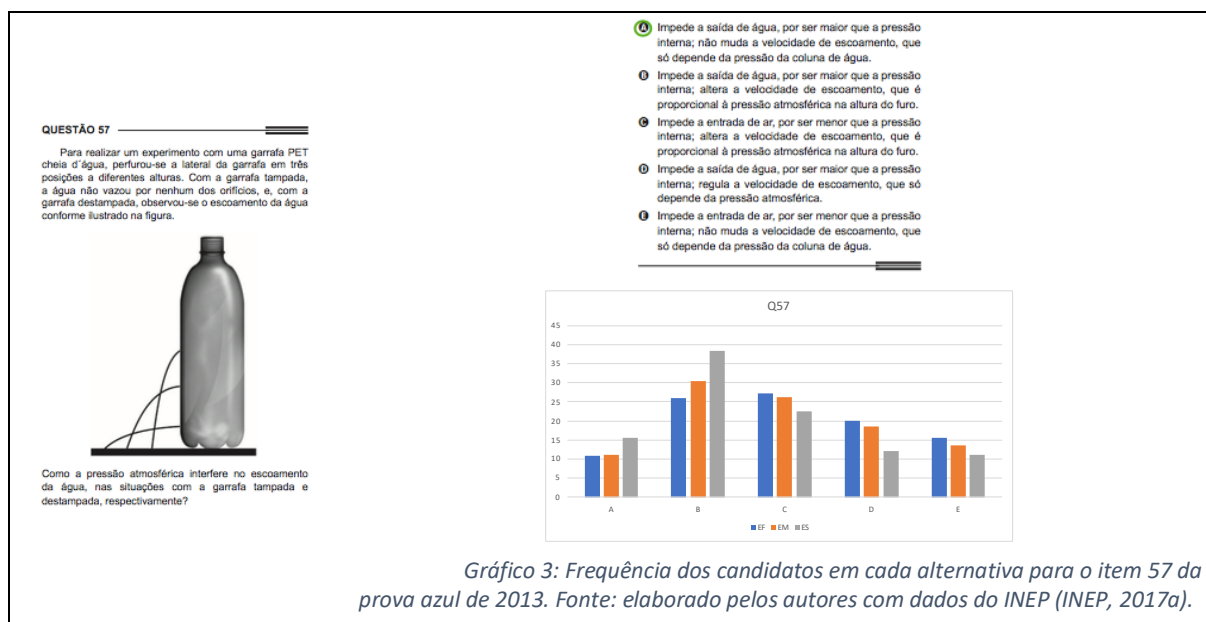
Além disso, ao analisar os valores de IFI para os itens, percebe-se que os itens com caráter experimental na prova de 2013 são muito mais difíceis do que os da prova de 2015. Observa-se que para esta prova (2013) todos os itens analisados apresentam IFI menor do que 0,2. Percebe-se ainda que para o grupo de alunos com pais com ensino superior completo o índice é sempre maior do que nos demais grupos, em alguns casos chegando a ser próximo do dobro do valor do grupo com pais com ensino fundamental, como é o caso do item Q63 da prova de 2015. A seguir, analisar-se-á as questões selecionadas separadamente.



Ao se observar os resultados do gráfico 1 vemos que a maioria dos candidatos optou pela alternativa D. Nota-se que as três alternativas mais marcadas indicam que a garrafa preta aquece mais rapidamente que a garrafa branca, o que é uma análise correta e está associada com uma observação cotidiana dos alunos. A maior taxa de variação no resfriamento também foi realizada pela garrafa preta, porém somente filhos de pais com ensino superior indicaram essa resposta com frequência acima do acaso (20%). Essa questão associa complexos conceitos de radiação com absorção e emissão de calor, sendo um item difícil, como observado na Tab. 1.



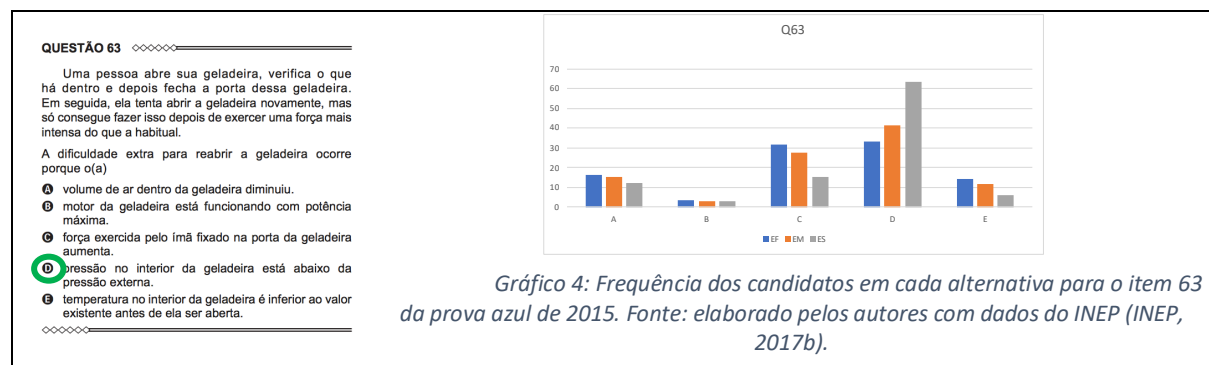
Para o item 83 da prova de 2013 podemos observar no Gráfico 2 que as escolhas dos alunos estão bem distribuídas entre todos os itens, com maior frequência pelas alternativas A, B e C, sendo que a alternativa correta é a D, que apresentou pouco mais de 10% de escolha em todos os grupos. Ao analisar a resolução deste item, verifica-se que ele apresenta múltiplos passos para sua resolução, o que aumenta consideravelmente o grau de dificuldade, pois uma vez encontrado em um passo intermediário um valor presente entre as alternativas, os candidatos têm a tendência de marcar, como é o caso da alternativa B, que corresponde ao valor do potencial entre os resistores de  $470\ \Omega$  e  $100\ \Omega$ . A alternativa C apresenta o valor correto, mas o sinal invertido. Neste caso, se o aluno não perceber ou não entender o posicionamento do voltímetro na figura, ele marca esta alternativa. Além disso, este item não está diretamente relacionado com os conteúdos lecionados ensino médio, se aproximando da física experimental apresentada no ensino superior.



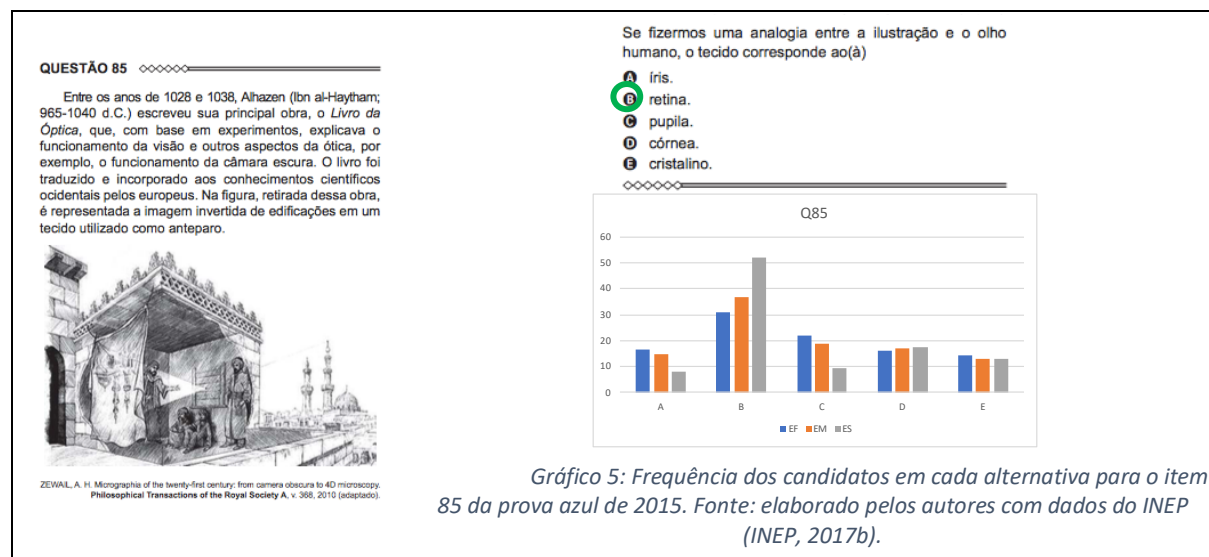
Observa-se no Graf. 3 que a concentração das respostas para o item 57 está na alternativa errada B. Nesta alternativa, a primeira parte está correta e a segunda parte pode ser confundida por causa da figura, que mostra que quanto mais alto estiver o furo, menor a distância percorrida pelo jato de água na horizontal, sugerindo uma diminuição da velocidade do escoamento. A alternativa C também apresenta maior preferência por parte dos candidatos do que a alternativa correta (alternativa A). Nesta alternativa, o motivo que pode ter induzido os alunos a escolha é o mesmo da

alternativa anterior. Vale destacar que este item que é o mais difícil entre os analisados, de acordo com os índices.

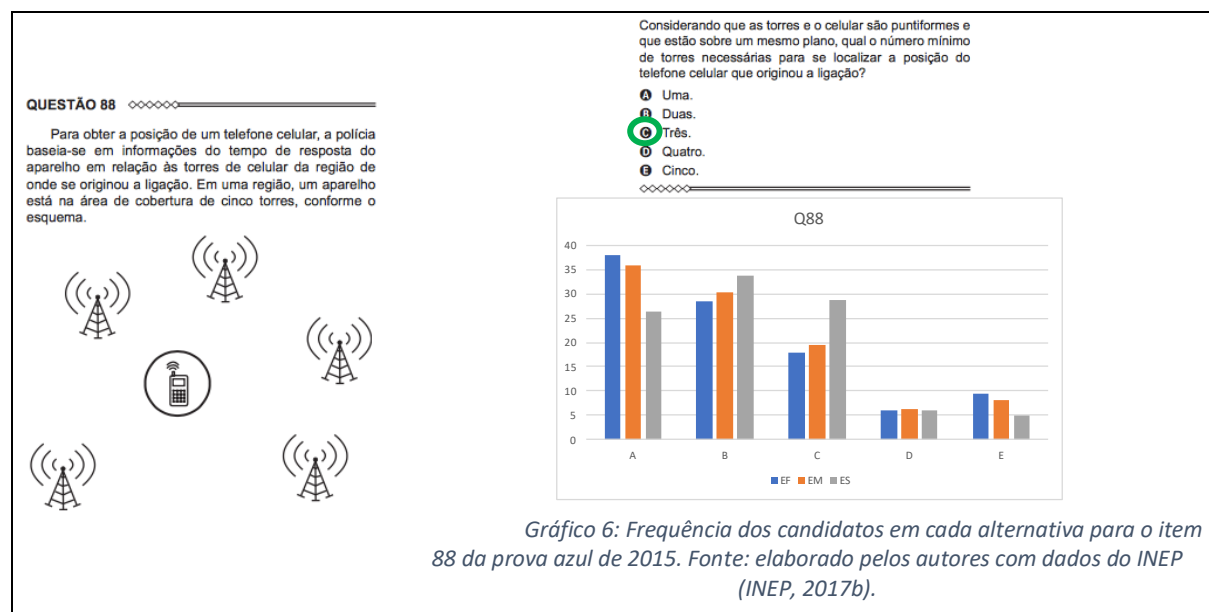
Vale ressaltar que, Silveira (2014) em seu trabalho aponta que esta questão apresenta erros conceituais de física e, portanto, não apresenta resposta correta. Este fator também deve ser considerado para explicar a grande dispersão das escolhas dos alunos.



O item 63 da prova de 2015 é o item com maior acerto entre os itens analisados, com 38% de acerto. Neste item, quando analisamos os grupos separados, o IFI vai de 0,31 para os estudantes com pais com ensino fundamental até 0,52 para os estudantes com pais com ensino superior. O item apresenta um distrator (alternativa errada) na alternativa C que atrai principalmente as respostas dos alunos filhos de pais com menor escolaridade. Um dos possíveis motivos para essa alternativa atrair estes alunos é o fato do enunciado do item apresentar a frase “exercer uma **força** mais intensa do que a habitual”, o que pode induzir alguns candidatos a escolher esta alternativa pela presença da palavra “força”.



O item 85 da prova de 2015 não apresenta nenhum distrator forte, como podemos verificar na frequência das escolhas do gráfico 5. Apenas algumas pessoas do grupo com pais com menor escolaridade apresentaram uma preferência pela alternativa C. Esta escolha pode estar associada ao fato de que a pupila estaria fazendo uma referência ao orifício na parede e não ao pano do fundo, que pode sugerir uma falta de atenção na leitura. Observa-se que para os grupos com pais com menor escolaridade a distribuição entre as alternativas é mais homogênea do que no grupo dos candidatos com pais com ensino superior, os quais apresentam sua resposta concentrada na alternativa correta.



Por fim, para o item 88 da prova de 2015, que tem a alternativa C como correta, verifica-se no gráfico 6 que as alternativas A e B atraíram grande parte dos candidatos. A alternativa A pode ter sido escolhida pelo fato de que o item pede o número mínimo de antenas necessário para localizar um celular. Neste caso, o candidato pode ter buscado o menor número entre as alternativas. Já na alternativa B se o candidato fizer o desenho da triangulação do sinal entre duas torres encontrará como intersecção de duas circunferências um único ponto entre as antenas. Como o celular está entre as antenas no desenho, esta alternativa torna-se um distrator forte.

### Conclusão

Nos itens de física experimental apresentados pelo ENEM, observa-se que, quando o contexto do item é mais próximo do aluno, o desempenho dos candidatos é melhor. Contudo, nestes itens, observa-se uma maior diferença no desempenho dos candidatos em função da escolaridade dos pais. Este resultado está de acordo com os resultados apresentada por Kleinke e Gaspar (KLEINKE, 2007; GASPAR, 2014).

Nos itens de física experimental, com contextualização mais próxima de um ambiente de pesquisa (especialista), o desempenho geral foi inferior quando comparado aos demais itens do exame. O fato de as escolas não apresentarem e/ou não utilizarem os laboratórios para aulas experimentais e os professores serem pouco preparados e motivados para trabalhar com experimentos podem ser fatores que explicam este resultado.

Pode-se concluir ainda neste trabalho que, independente do item, os candidatos cujos pais tem ensino superior apresentam melhor desempenho do que os demais candidatos. Podemos concluir também que, por a prova do ENEM de 2013 exigir conhecimento de física mais específico de especialista em física, o desempenho geral dos candidatos nos itens com caráter experimental foi inferior ao da prova de 2015.



## Referências

ALAGUMALAI, S.; CURTIS, D.D., Classical test theory. In: Applied Rasch measurement: A book of exemplars. Springer Netherlands, p. 1-14., 2005.

AZEVEDO, H. L.; JUNIOR, F. N. M.; SANTOS, T. P.; CARLOS, J. G.; TANCREDO, B. N., O uso do experimento no ensino da física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no brasil. In: VII ENPEC, Anais, Florianópolis, SC. *Anais...* ABRAPEC. Novembro de 2009.

BAO, Lei; REDISH, E. F. Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. American Journal of Physics, v. 69, n. S1, p. S45-S53, 2001.

BOURDIEU, P., A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura. In: NOGUEIRA, M. A.; CATANI, A. *Escritos de Educação*. (4a Ed.). Petrópolis: Vozes, 2002.

COSTA, S. S. C., MOREIRA, M. A. Resolução de problemas i: diferenças entre novatos e especialistas. Investigações em Ensino de Ciências – v. 1(2), p.176-192, 1996

GASPAR, A., *Experiências de ciências*. Ed. 2, São Paulo: Livraria da Física, 2014.

INEP. ENEM: Documento Básico. Brasília, 2002.

INEP. Microdados ENEM 2013. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>, acesso 26 fev. 2017a.

INEP. Microdados ENEM 2015. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>, acesso 26 fev. 2017b.

KLEINKE, M. U. Influência do status socioeconômico no desempenho dos estudantes nos itens de física do ENEM 2012. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 2, e2402, 2017

KLEINKE, M. U., GEBARA, M. J. F., Física: capital cultural e treinamento. In: VI ENPEC, Florianópolis, SC. *Anais...* UFSC. Novembro de 2007

LABURU, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G., A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. Investigações em Ensino de Ciências – v.12(3), p.305-320, 2007

OLIVEIRA, C. F.; MARCON, G. S.; GEBARA, M. J. F.; KLEINKE, M. U. Contextualização e Desempenho em exames de Ciências da Natureza: O “Novo ENEM”. In: IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP. *Anais...* ABRAPEC. Novembro de 2013.

SILVA, V. A.; MARTINS, M. I., Análise de questões de física do enem pela taxonomia de bloom revisada. Revista Ensaio, Belo Horizonte, MG. v.16, n. 03, p. 189-202, set-dez, 2014

SILVEIRA, F. L. de, Comentários críticos sobre cinco questões de Física na prova de Ciências da Natureza – ENEM 2013. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/ENEM2013.pdf>>. Acesso em: 02 de março de 2018.