

## **ANÁLISE DOS DISTRATORES REFERENTE ÀS QUESTÕES DE FÍSICA DO ENEM 2018**

### **ANALYSIS OF DISTRICTORS REGARDING ENEM 2018 PHYSICS ITEMS**

**Daniel Gouveia Duarte<sup>1</sup>, Maria Inês Martins<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, daniel.duarte@sga.pucminas.br

<sup>2</sup>Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais /Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, ines@pucminas.br

#### **Resumo**

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tornou-se um objeto de estudo recorrente entre os pesquisadores, sobretudo após sua consolidação em 2009 como instrumento de seleção para ingresso nas universidades federais e obtenção de bolsas em universidades privadas. Cada questão do ENEM pressupõe um texto base, um comando e 5 alternativas, compostas pelo gabarito e 4 respostas erradas, denominadas distratores. Neste trabalho, analisamos a frequência de respostas obtidas nas questões de Física que compõem o ENEM de 2018, detalhando 6 questões, dentre as 14 disponíveis, em que são focalizados os distratores mais relevantes. Foram consideradas as respostas dos 3211 alunos que realizaram a prova azul em Belo Horizonte. O desempenho dos estudantes nas questões selecionadas é relacionado com os prováveis desentendimentos em conceitos de física adquiridos ao longo do ensino médio. Constata-se no público observado uma dificuldade recorrente em assuntos como construção e interpretação de gráficos, conceitos básicos de mecânica e fenômenos ondulatórios. Espera-se fornecer indicadores qualitativos e quantitativos capazes de enriquecer discussões futuras.

**Palavras-chave:** Distratores, Ensino de Física, ENEM

#### **Abstract**

The National High School Examination (ENEM) has become a recurring object of study among researchers after its consolidation as a screening tool for entrance into federal universities and for scholarships at private universities. Each ENEM question assumes a base text, a command and 5 alternatives, composed by the correct answer and 4 wrong answers, that are called distractors. In this paper, we analyze the answers' frequency obtained in the Physics questions from the ENEM 2018. We detail 6 questions out of the 14 available, and we focus on the most relevant distractors. We considered the answers of 3211 students that apply for the blue test in Belo Horizonte. The student performance on selected questions was related to the likely misunderstandings in physics' concepts acquired during high school. In the target audience, we detected a recurring difficulty in issues such as interpretation of graphs, basic concepts of mechanics, and wave phenomena. We hope to provide qualitative and quantitative indicators capable of enriching future discussions.

**Keywords:** Distractors, Teaching Physics, ENEM

## Introdução

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), foi criado em 1998, com o objetivo principal de mensurar o conhecimento e as competências e habilidades dos estudantes brasileiros, adquiridas até o final do Ensino Médio. O Exame voluntário ganhou relevância especial, a partir de seu uso em 2005 para o ingresso ao Programa Universidade para Todos (PROUNI) e, se consagrou, a partir de sua reestruturação em 2009, para ser usado no Sistema de Seleção Unificado (SISU) para Universidades públicas. O ENEM possibilitou, um sistema nacional de classificação para ingresso nas universidades públicas e adesão de bolsas e financiamento dos estudos nas universidades particulares.

O ENEM, tal como outros exames de larga escala, não está imune de críticas, sobretudo com relação aos seus mecanismos de construção de questões. No tocante à Física, uma crítica relaciona-se à contextualização a qualquer custo, forçando situações e conceitos físicos em seu enunciado ou em suas alternativas. Da literatura disponível podemos citar Silveira; Stilck; Barbosa (2014) e seu manifesto sobre a qualidade das questões de Física que compõe o exame.

Todavia, não podemos negar que o ENEM ao longo dos anos tornou-se um valioso objeto de estudo. Marcom & Kleinke (2016), por exemplo, relacionam questões técnicas com questões de cunho sociológico, ao estudar o desempenho de determinado grupo com suas características socioeconômicas. Concordamos com os autores ao afirmarem que, não obstante os problemas existentes, o ENEM influencia nossa sociedade proporcionando estudos para além do processo seletivo.

O Exame é construído seguindo orientações do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). O item, ou simplesmente a questão, deve conter um texto base, para que o aluno tenha um estímulo para resolver a situação problema, um enunciado preciso, ligado à habilidade que se pretende avaliar e cinco opções constituindo alternativas de resposta. Entre as alternativas, a opção correta denomina-se gabarito enquanto as demais são chamadas de distratores, as quais devem ser plausíveis em relação ao enunciado, apresentando um sentido lógico e sendo construídos considerando os erros mais comuns cometidos pelos alunos. Defende-se como relevante o estudo das alternativas, sobretudo dos distratores que conseguem atrair número significativo de respondentes.

Vários autores têm se dedicado ao estudo de Exames de Larga Escala de uma maneira geral, entretanto poucos têm se debruçado sobre o estudo de distratores. Martins & Costa (2016) estudam os distratores do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) para o curso de Licenciatura em Física e verificam fragilidades de conteúdos (conceituais e procedimentais) na Unidade de Observação escolhida. Os autores defendem o uso dos distratores como elementos adicionais de reflexão dos projetos pedagógicos de cursos de graduação. Marcom & Kleinke (2015, 2016) e Marcom (2015, 2019) por sua vez, relacionam, entre outros aspectos, indicadores socioeconômicos com a escolha de determinados distratores em questões do ENEM e encorajam o seu uso pelos docentes.

Neste trabalho, apresenta-se uma análise referente aos distratores mais relevantes em questões de Física da prova azul do Enem de 2018. Foi considerando como escopo da pesquisa os candidatos que realizaram a prova em Belo Horizonte, sem distinção entre rede privada ou pública de ensino. Os dados coletados foram

extraídos dos microdados disponibilizados no site do INEP ([www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br)) e objetivaram evidenciar os erros mais frequentes dos candidatos, visando revelar assim os problemas mais agudos de aprendizagem.

### Desenvolvimento

Foram consideradas como objeto de estudo as 14 (catorze) questões de Física da prova de Ciências da Natureza referente ao Enem de 2018. Para a separação das questões de Física foram considerados os objetos de conhecimento de Física e a técnica de categorização denominada classificação por pares. Assim como em Marcom e Kleinke (2015), as questões foram categorizadas individualmente e, os resultados foram comparados posteriormente, não ocorrendo divergência em nenhuma questão categorizada.

Os dados estatísticos extraídos dos microdados do INEP ([www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br)) em arquivo texto (txt), foram convertidos em uma tabela de excel, com a finalidade de facilitar a contagem referente as respostas apresentadas em cada questão. Foram, portanto, priorizados 3.211 candidatos não treinantes que realizaram a prova azul de 2018 em Belo Horizonte, sem tipo algum de necessidades especiais, sem distinção entre escola pública ou privada. Em cada questão contabilizaram os totais e percentuais de respostas por alternativa. Este processo possibilitou a identificação dos distratores que funcionaram como atratores. A seguir, são as discutidas 6 questões, ressaltando que o número total de cada resposta é sempre inferior a 3211, pois são descontadas respostas em branco ou anuladas.

QUESTÃO 97					
<p>A tecnologia de comunicação da etiqueta RFID (chamada de etiqueta inteligente) é usada há anos para rastrear gado, vagões de trem, bagagem aérea e carros nos pedágios. Um modelo mais barato dessas etiquetas pode funcionar sem baterias e é constituído por três componentes: um microprocessador de silício; uma bobina de metal, feita de cobre ou de alumínio, que é enrolada em um padrão circular; e um encapsulador, que é um material de vidro ou polímero envolvendo o microprocessador e a bobina. Na presença de um campo de radiofrequência gerado pelo leitor, a etiqueta transmite sinais. A distância de leitura é determinada pelo tamanho da bobina e pela potência da onda de rádio emitida pelo leitor.</p> <p>Disponível em: <a href="http://eletronicos.hsw.uol.com.br">http://eletronicos.hsw.uol.com.br</a>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).</p>			A etiqueta funciona sem pilhas porque o campo:		
			<p><input type="radio"/> A elétrico da onda de rádio agita elétrons da bobina.</p> <p><input type="radio"/> B elétrico da onda de rádio cria uma tensão na bobina.</p> <p><input type="radio"/> C magnético da onda de rádio induz corrente na bobina.</p> <p><input type="radio"/> D magnético da onda de rádio aquece os fios da bobina.</p> <p><input type="radio"/> E magnético da onda de rádio diminui a ressonância no interior da bobina.</p>		
A	B	C	D	E	TOTAL
578	279	1857	245	249	3208
18,02%	8,70%	57,89%	7,64%	7,75%	100%

Figura 1: Etiqueta inteligente RFID. Fonte: [inep.gov.br](http://inep.gov.br)

A questão 97 sobre magnetismo, é totalmente conceitual e faz referência a etiqueta RFID, conhecida como etiqueta inteligente. Para resolvê-la, é necessário que o estudante saiba o conceito de corrente induzida por um campo magnético, não sendo necessário o conhecimento de fórmula específica alguma. Ainda que o item apresente elevado índice de acertos (57,89%), entende-se que os distratores não estão bem construídos, pois o candidato tende a marcar a opção correta, sabendo apenas que a etiqueta necessita de corrente elétrica para funcionar. O distrator mais efetivo, a letra A, com 18,02% de atração, relaciona equivocadamente o conceito de corrente elétrica com elétrons agitados por um campo elétrico, em detrimento de uma quantidade total de cargas em movimento por unidade de tempo.



QUESTÃO 103					
<p>O sonorizador é um dispositivo físico implantado sobre a superfície de uma rodovia de modo que provoque uma trepidação e ruído quando da passagem de um veículo sobre ele, alertando para uma situação atípica à frente, como obras, pedágios ou travessia de pedestres. Ao passar sobre os sonorizadores, a suspensão do veículo sofre vibrações que produzem ondas sonoras, resultando em um barulho peculiar. Considere um veículo que passe com velocidade constante igual a <math>108 \frac{\text{km}}{\text{h}}</math> sobre um sonorizador cujas faixas são separadas por uma distância de 8 cm.</p> <p>Disponível em: <a href="http://www.denatran.gov.br">www.denatran.gov.br</a>. Acesso em: 2 set. 2015 (adaptado).</p>			<p>A frequência da vibração do automóvel percebida pelo condutor durante a passagem nesse sonorizador é mais próxima de:</p> <p>A 8,6 hertz B 13,5 hertz C 375 hertz D 1 350 hertz E 4 860 hertz</p>		
A	B	C	D	E	TOTAL
525	1065	846	589	177	3202
16,40%	33,26%	26,42%	18,39%	5,53%	100%

Figura 2: Frequência da vibração de automóvel. Fonte: inep.gov.br

A questão 103, mesclando conceitos de ondulatória e cinemática requer conhecimentos de transformação de unidades, movimento retilíneo uniforme e relação entre período e frequência. Solicita-se a determinação da frequência de vibração de um carro ao passar por um sonorizador. Deve-se transformar as medidas de velocidade e distância, em unidades do Sistema Internacional (SI), para, em seguida, determinar o período, através da equação de um corpo em movimento retilíneo uniforme,  $D = V.t$ . Por fim, sabendo que a frequência em Hertz representa o inverso do período em segundos, o aluno chegaria ao valor de 375 Herz.

A maioria dos estudantes equivocou-se na transformação de unidades, sendo que 33,26% determinaram o período dividindo 8 cm por 108 km/h, sem transformar nenhuma medida do enunciado, encontrando a resposta do distrator letra B, ou transformando apenas 8cm para 0,08 metros, mantendo a velocidade em km/h e encontrando o resultado do distrator letra D. Esses resultados corroboram com Sherin (2001) ao observar que os alunos manuseiam fórmulas, sem dispor de total conhecimento, ou até mesmo ignorando o emprego correto de unidades.


QUESTÃO 104					
<p>As pessoas que utilizam objetos cujo princípio de funcionamento é o mesmo do das alavancas aplicam uma força, chamada de força potente, em um dado ponto da barra, para superar ou equilibrar uma segunda força, chamada de resistente, em outro ponto da barra. Por causa das diferentes distâncias entre os pontos de aplicação das forças, potente e resistente, os seus efeitos também são diferentes. A figura mostra alguns exemplos desses objetos.</p>			 <p>Em qual dos objetos a força potente é maior que a força resistente?</p> <p>A Pinça. B Alicate. C Quebra-nozes. D Carrinho de mão. E Abridor de garrafa.</p>		
A	B	C	D	E	TOTAL
535	450	673	853	690	3201
16,71%	14,05%	21,02%	26,64%	21,58%	100%

Figura 3: Alavancas. Fonte: inep.gov.br

A questão 104 aborda o torque efetuado por forças potentes e resistentes em um determinado braço de alavanca. Foi a questão com a maior dispersão nas respostas, com uma diferença de apenas 12% entre as respostas menos e mais

preteridas. Para cada objeto, dever-se-ia determinar o ponto de aplicação das forças potentes e resistentes, e relacioná-lo com a distância até o ponto fixo, através da relação:  $F_p \cdot d_p = F_r \cdot d_r$ , o que permitiria concluir que a força potente é maior que a força resistente quando seu braço de alavanca em relação ao ponto fixo é menor em comparação ao braço da força resistente, o que é compatível com a letra A.

A questão com apenas 16,71% de acertos, embora não apresente distratores com conceitos físicos distintos, estes exercem atração praticamente equivalentes, sugerindo que os conceitos de torque, força potente e resistente, não estejam bem definidos para boa parte dos candidatos. Pozo e Crespo (2009) afirmam que os candidatos tendem a usar concepções não científicas incorporadas fora da escola quando expostos a um problema contextualizado.

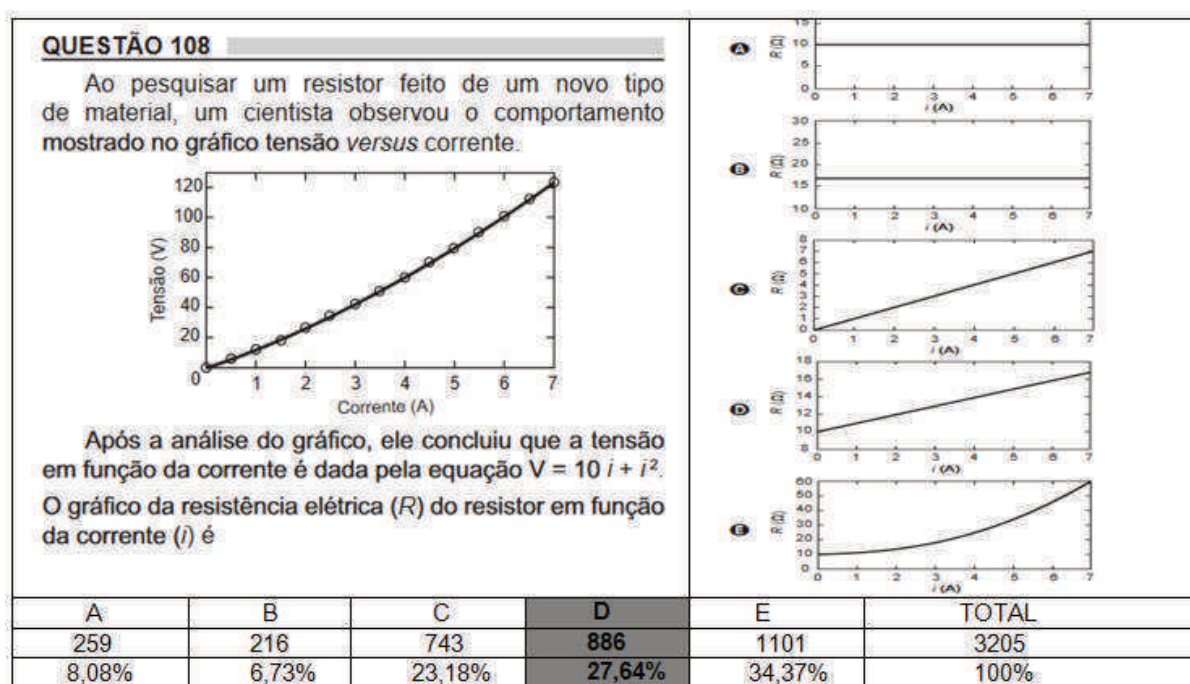


Figura 4: Gráficos. Fonte: inep.gov.br

Essa questão objetiva identificar um gráfico resistência x corrente partindo da interpretação de um gráfico tensão x corrente, dado no enunciado do problema. Espera-se que o aluno saiba relacionar a tensão em um fio condutor com resistência e corrente, além da diferença de representação gráfica de equações de primeiro e segundo grau. Deve-se conhecer a relação entre tensão, resistência e corrente  $V = Ri$ , substituir na equação do texto base, obtendo a relação linear de primeiro grau,  $R = 10 + i$ . Como  $i = 0$ , temos  $R = 10$ , concluindo que a única opção viável é o gráfico representado pela letra D. O distrator da letra E mostra que 34,37% dos alunos optaram por um gráfico análogo ao apresentado no enunciado, desconsiderando a relação pedida entre resistência e corrente.

O distrator C (23,18%) das respostas, expõe que apesar dos candidatos relacionarem as grandezas de maneira correta, se esquecem de determinar o valor da resistência para a corrente nula, optando por um gráfico em que a origem é dada pelo ponto (0,0). A dificuldade retratada nessa questão, vai de acordo com o resultado descrito por Hale (2000) ao verificarem nos alunos dificuldades na construção e interpretação gráfica.



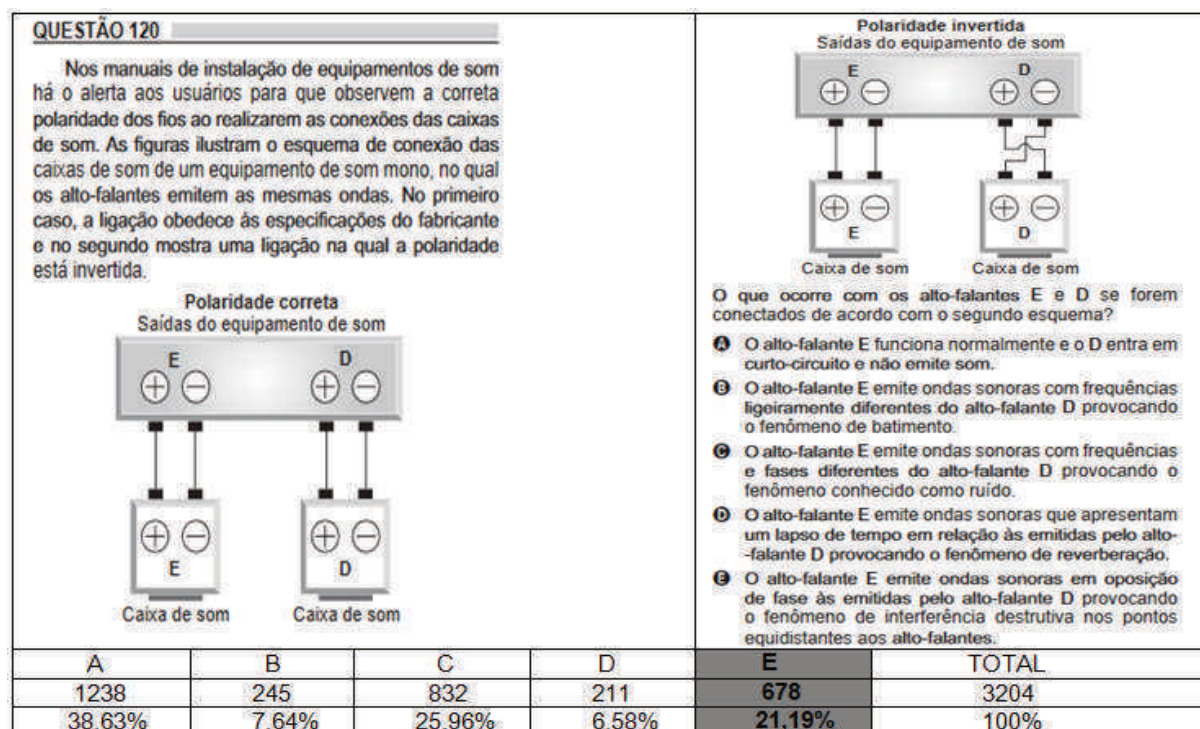


Figura 5: Caixas de som. Fonte: inep.gov.br

A questão 120 aborda fenômenos ondulatórios, através de um equipamento de som instalado em configurações distintas: com a polaridade correta e com a polaridade invertida. Solicita-se marcar a alternativa que descreve o que ocorrerá aos alto-falantes do segundo esquema. Houve concentração no distrator A (38,63%), indicando confusão entre as polaridades de uma onda com os pólos de uma pilha ou bateria em um circuito elétrico, ainda que numa instalação elétrica não teríamos a passagem de corrente, sem caracterizar um curto circuito. Esse distrator sustenta uma escolha induzida por um raciocínio intuitivo, em acordo com Clement (1994), associando polaridade de uma onda com uma bateria. O mesmo ocorre com o distrator da letra C (25,96%) ao tratar de um fenômeno cotidiano, induz ao erro de que a instalação provocará o ruído. Ao considerar que os alto-falantes emitem as mesmas ondas (mesma frequência) seriam descartados os distratores B e C. Como a reverberação é um fenômeno causado pela reflexão do som em superfícies refletivas, eliminar-se-ia o distrator D. Assim, saber-se-ia que a instalação errônea proposta apenas inverteria a polaridade da onda e, como são iguais (em amplitude e comprimento de onda), teríamos o fenômeno denominado interferência destrutiva.

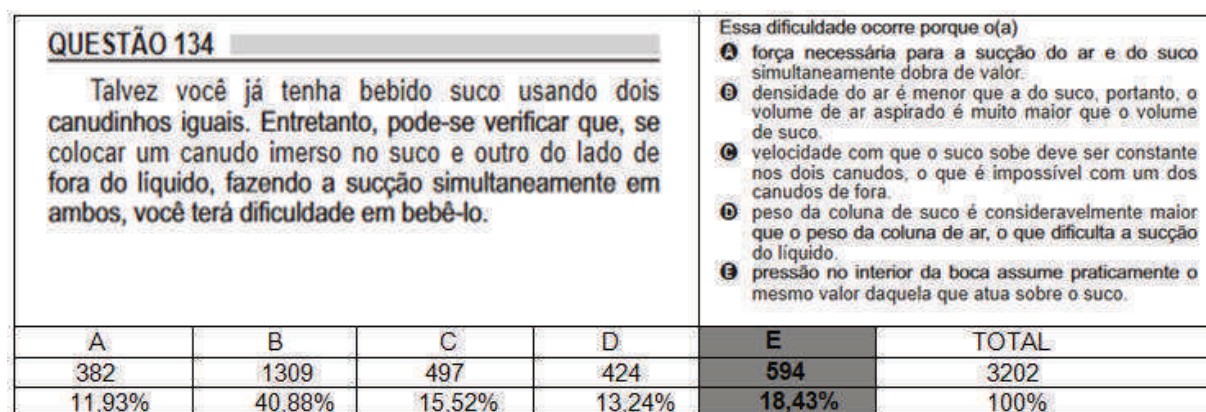


Figura 6: Diferença de Pressão. Fonte: inep.gov.br

A questão 134 retrata um problema de hidrostática no qual uma pessoa realiza sucção simultânea em dois canudinhos, um dentro do líquido e outro fora. Questiona-se a dificuldade identificada comparada àquela verificada ao utilizar apenas um canudo. Observou-se aqui a maior diferença entre a frequência do gabarito e do distrator predominante (22,45%). Deve-se saber que a sucção ocorre devido a uma diferença de pressão, o que não se verifica para um dos canudos. Somente 18,43% chegaram a tal conclusão. O distrator predominante foi a letra B (40,88%), o qual ignora o fenômeno físico em foco, porém evoca a premissa verdadeira “a densidade do ar é menor do que a densidade do suco”, induzindo o candidato a relacionar a sucção dificultosa com o “volume de ar aspirado a mais”.

A seguir, a tabela 1 mostra a frequência de respostas das questões restantes.

QUESTÃO	TEMA	A	B	C	D	E	TOTAL
95	HID	445 13,88%	1017 31,73%	462 14,41%	993 30,98%	288 9,00%	3205 100%
112	ELE	371 11,58%	1024 31,96%	846 26,40%	331 10,33%	632 19,73%	3204 100%
115	ELE	143 4,43%	464 14,48%	787 24,56%	1601 49,95%	210 6,58%	3205 100%
122	MEC	931 29,06%	351 10,95%	967 30,19%	288 8,99%	666 20,91%	3203 100%
125	ONDAS	986 30,77%	214 6,67%	1295 40,41%	572 17,85%	137 4,30%	3204 100%
128	MEC	988 30,81%	662 20,64%	448 13,97%	924 28,82%	184 5,76%	3206 100%
129	ONDAS	807 25,26%	465 14,54%	589 18,42%	385 12,04%	951 29,74%	3197 100%
131	MEC	638 19,94%	955 29,82%	451 14,08%	521 16,27%	637 19,89%	3202 100%

Tabela 1: Frequência de respostas das questões restantes. Fonte: inep.gov.br

Observa-se que a média de acertos dos 3.211 alunos que fizeram a prova azul no município de Belo Horizonte em 2018 foi de apenas 29,68%.

### Considerações finais

Nesse trabalho buscamos apresentar uma análise dos distratores mais significativos presentes na prova azul de Física referente ao ENEM 2018. Os dados analisados incluíram os 3211 candidatos não treinantes, sem distinção entre rede pública e privada, desconsiderando questões em branco ou com marcação anulada. Em várias questões pode-se observar, em acordo com Clement (1994), distratores que induzem um raciocínio intuitivo em detrimento de um raciocínio científico, capazes de influenciar uma parcela considerável dos candidatos.

Ao analisar o desempenho global dos estudantes, percebe-se o baixo índice médio de acertos, 29,68%, resultado que indica um problema recorrente no Exame Nacional do Ensino Médio. Em pesquisa realizada pelo aplicativo AppProva, analisando os dados apresentados pelo INEP referente ao desempenho dos alunos entre 2009 e 2014, apresenta Física, ao lado de Matemática, como as disciplinas com menor taxa de acerto médio, de apenas 25%. De Rezende Pinto (2014) nos alerta que tais dificuldades podem estar relacionadas com a escassez de profissionais com a formação adequada.

O estudo dos distratores mais assinalados nos permite compreender as dificuldades mais recorrentes dos estudantes de Ensino Médio, reunindo informações importantes, a serem consolidadas em trabalhos futuros. Através das concepções errôneas é possível traçar uma matriz de dificuldade, contendo dificuldade de interpretação/construção de gráficos, conforme Hale (2000), concepções não científicas quando expostos a problemas contextualizados, concordando Pozo e Crespo (2009), utilização incorreta de unidade de medidas, corroborando com Sherin (2001) e tendência em priorizar raciocínio intuitivo em detrimento do raciocínio científico, conforme nos alerta Clement (1994).

O resultado obtido evidencia que, apesar de todas as pesquisas realizadas sobre o tema nos últimos anos, a evolução referente ao processo de aprendizagem ainda representa um impacto pouco significativo. Salientamos a importância para um ensino focalizado no aluno, conduzindo o processo de aprendizagem considerando suas dificuldades e o seu conhecimento prévio sobre o tema, concordando com Moreira (1999) ao mencionar “descubra o que o aluno já sabe e ensine-o de acordo”.

### Referências

CLEMENT, J. Use of physical intuition and imagistic simulation in expert problem solving. In: TIROSH, D. (Org.). **Implicit and explicit knowledge**. Norwood, NJ: Ablex, 1994. p. 204- 244

DE REZENDE PINTO, J. M. O que explica a falta de professores nas escolas brasileiras?. **Jornal de Políticas Educacionais**, v. 8, n. 15, 2014.

HALE, P. Kinematics and Graphs: Students' Difficulties and CBLs. **Connecting Research to Teaching**, v. 93, n. 5, p. 414 –417. 2000.

MARCOM, G. S. **O ENEM com indicador qualitativo para o ensino**: uma aplicação às questões de Física. 2015. 211f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, UNICAMP, Campinas.

MARCOM, G. S.; KLEINKE, M. U. Questões do ENEM e suas relações com o Ensino de Física. In: ENPEC, 10., 2015, Águas Lindóia. **Anais...** SP: SBF, 2015.

MARCOM, G. S; KLEINKE, M. U. Análises dos distratores de itens de Física em Exames de Larga Escala. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 33, n. 1, p. 72-91, abr. 2016.

MARCON, G. S. **O ENEM, os indicadores formativos e o ensino de Física**. 2019. 291f. Tese (Doutorado) – Instituto de Física, UNICAMP, Campinas.

MARTINS, M. I.; COSTA, J. P. C. Questões objetivas do ENADE 2014 para a licenciatura em Física: identificação de fragilidades curriculares a partir de Relatório de curso. In: EPEF, 16., Natal, 2016. **Anais...** São Paulo: SBF, 2016.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

POZO, J.; GÓMEZ, M. A. C. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SHERIN, B. L. How Students Understand Physics Equations. **Cognition And Instruction**, v. 19, n. 4, p. 479-541, 2001.

SILVEIRA, F. L.; STILCK, J.; BARBOSA, M. Comunicações: Manifesto sobre a qualidade dos itens de Física na Prova de Ciências da Natureza no Exame Nacional de Ensino Médio. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 31, n. 2, p. 473-479, ago. 2014.