



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

COMO TRABALHAR COM OS RESULTADOS DO ENEM: EXEMPLO COM AS
QUESTÕES DE FÍSICA DA PROVA DE 2011

José Christian Lopes

&

Marta Feijó Barroso

Material instrucional associado à
dissertação de mestrado de José Christian
Lopes, apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Ensino de Física, Instituto
de Física, da Universidade Federal do Rio
de Janeiro.

Rio de Janeiro
02/2015

SUMÁRIO

Introdução	1
Análise Qualitativa	2
Análise Quantitativa	4
Curva Característica do Item (CCI)	5
Curva Característica do Item (CCI) - Empírica	7
Combinação entre as diversas ferramentas utilizadas	8
Desempenho dos estudantes na prova de Ciências da natureza do ENEM 2011	9
Análise dos itens de Física	12
Comentários Finais	48
Referências Bibliográficas	49

Introdução

Neste texto, apresentam-se análises das questões da prova de Ciências da Natureza do ENEM 2011. Esse material foi produzido na expectativa de fornecer subsídios para que o professor analise e reflita sobre a aprendizagem em Física. Para tanto, foram utilizados os itens de Física da prova *azul* de Ciências da Natureza do ENEM 2011.

O conceito do que seja “aprendizagem de Física” não apresenta uma definição uniforme para todos. Para alguns, saber física é saber resolver exercícios como os de final de capítulo de livro didático; para outros, é ser capaz de observar uma situação cotidiana e dar uma explicação baseada em conceitos físicos sobre o que está sendo observado; e muitas outras definições são possíveis. Aliás, dar uma interpretação precisa e simples do que seja aprender alguma coisa não é fácil. Por isso, utiliza-se aqui a ideia formulada nos objetivos do ENEM, do que seja considerado aprender física: ter as competências e habilidades que permitem resolver satisfatoriamente as questões apresentadas.

As questões (ou itens, na linguagem do ENEM) de Física da prova de Ciências da Natureza foram estudadas sobre dois pontos de vista: um qualitativo, no qual a questão é avaliada, e um quantitativo, no qual o desempenho dos estudantes é avaliado. A parte qualitativa é feita com a leitura da questão, sua resolução e reflexão sobre as exigências que ela faz, em nível cognitivo, aos estudantes. A parte quantitativa é feita a partir dos dados brutos apresentados pelo INEP em uma página específica para pesquisadores, em que esses dados brutos são um conjunto de arquivos em formato texto contendo informações sobre as respostas dos estudantes aos questionários e às provas.

O imenso volume de dados implicou na utilização de dois programas estatísticos para analisá-los: o SPSS¹ e o R². As bases de dados foram criadas

¹ SPSS - Statistical Package for the Social Sciences, programa disponibilizado atualmente pela IBM.

² R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 08 abr. 2014

no SPSS, e a partir delas foram obtidas informações básicas: as notas na prova de Ciências da Natureza, o desempenho dos estudantes em cada uma das questões, o percentual de acertos e a escolha dos distratores além da dependência administrativa da escola, isto é, se a escola era pública (federal, estadual ou municipal) ou privada. Para uma melhor análise do desempenho dos estudantes foram traçadas as curvas características dos itens³, para cada item de Física, tanto a partir dos dados dos estudantes (curvas empíricas) quanto por meio da utilização do programa R (curva de ajuste do modelo).

Análise Qualitativa

Para a avaliação qualitativa da questão, é necessário lê-la com atenção, refletir sobre a forma da questão, seu texto, a pergunta e as alternativas, avaliar o que é exigido, do ponto de vista de interpretação de texto e do ponto de vista cognitivo, dos estudantes para a sua resolução. Uma das questões interessantes é ver o que está contido nas alternativas que não constituem o gabarito de cada uma das questões.

O INEP, a partir de 2011, fornece nos dados disponíveis em sua página, a competência e a habilidade que cada questão avalia. No entanto, a leitura das questões muitas vezes deixa dúvida em relação à habilidade (ou à competência) avaliada. Neste caso, são indicadas as competências e habilidades obtidas por meio das discussões promovidas entre os componentes do grupo de Avaliações Educacionais do IF - UFRJ do qual o autor faz parte.

O resultado desta análise é apresentado na Tabela A1. A numeração dos itens é referente à prova *azul* de Ciências da Natureza de 2011. Entre parênteses, está a habilidade que consta dos dados fornecidos pelo INEP para cada item.

³ Curva Característica do Item, do inglês Item Characteristic Curve (ICC)

Tabela A1. Relação de itens de Física do ENEM 2011 e as competências e habilidades testadas.

Item	Competência	Habilidade	Outras Habilidades Possíveis
46	6 (5)	20 (18)	17
54	5	17	
56	6	21	
60	2	6	5 ou 17
63	6	22	1 ou 17
66	6	23 (21)	
67	5 (6)	17 (22)	
70	2	5	
73	6 (2)	20 (7)	
74	1	1	18 ou 22
77	6	20	17
78	2	7	
80	6 (3)	23 (12)	
84	1	1	
86	6	23 (20)	

Outras formas de categorizar as questões podem ser utilizadas. Em particular, consideram-se as classificações propostas por Gonçalves Jr, em sua dissertação de mestrado (GONÇALVES JR, 2012, p.175). Essa classificação está apresentada na Tabela A.2.

Tabela A2. Classificação dos itens de Física do ENEM 2011 (GONÇALVES JR, 2012, p. 175)

Item	Linguagem não textual	interpretação de imagens / texto	Nível de Contextualização	Há cobrança explícita de Conteúdo	Necessita de memorização de fórmula	Laboratório é diferencial	quanti / quali/ semi	conexão cognitiva (conteúdos)	conexão cognitiva (áreas)
46	I	sim	3	não	não	não	qi	não	não
54	T	sim	1	não	não	não	qt	não	não
56	não	não	3	sim	não	sim	qi	não	não
60	T	sim	2	sim	sim	não	qt	não	não
63	I + I	sim	3	não	não	não	qi	não	não
66	não	não	3	sim	não	não	qi	não	não
67	G	sim	3	não	não	não	qi	não	não
70	I	sim	3	sim	não	sim	qi	não	não
73	I	sim	3	sim	sim	não	qt	não	não
74	não	não	3	sim	não	não	qi	não	não
77	T	sim	3	sim	sim	sim	sq	não	não
78	I	sim	3	não	não	não	qi	não	
80	não	não	2	sim	não	não	qi	não	sim
84	I	sim	3	sim	não	não	qi	não	não
86	I	sim	3	sim	não	não	qi	não	não

Nessa Tabela A2, a primeira coluna à esquerda indica a numeração do item classificado como item de Física referente à prova *azul*. A coluna de linguagem não textual apresenta quais tipos de linguagem não textual o item apresenta atribuindo aos mesmos os valores *I*, *T*, *G* e *não* que correspondem,

respectivamente, Imagem, Tabela, Gráficos ou a ausência de todos estes. Na coluna seguinte apresenta a necessidade de interpretação das imagens/texto apresentados para a resolução do item.

O nível de contextualização foi indicado por valores numéricos de 0 a 3, onde 0 significa nenhuma contextualização e 3 o máximo de contextualização. Nas próximas duas colunas são apresentadas, respectivamente, a cobrança explícita de conteúdos de Física e a necessidade de memorização de alguma fórmula ou relação de proporcionalidades entre grandezas físicas.

Apresenta-se também se, para a resolução do item apresentado, a vivência do laboratório na vida escolar do estudante seria um diferencial.

Na coluna quanti / quali / semi atribui-se o valor quanti (quantitativo) quando, para solução do item, é obrigatória a realização de cálculos. O valor quali (qualitativo) é atribuído ao item cuja resolução necessita somente conhecimento, compreensão ou análise do conceito físico sem raciocínio matemático. O valor semi (semiquantitativos) são aqueles itens que podem ser resolvidos pela análise de proporcionalidade, envolvendo obrigatoriamente o conhecimento do conceito físico e cuja análise não se restrinja não a se encontrar um valor mas sim relações como “maior que”, “menor que”, “igual”, etc.

Análise Quantitativa

A análise quantitativa do desempenho dos estudantes é apresentada, inicialmente, por meio da apresentação da distribuição das notas em Ciências da Natureza (por meio do histograma) bem como do percentual de acerto dos itens desta prova. Também é apresentada a comparação entre o percentual de acertos do grupo de participantes e dos estudantes concluintes. Em seguida, é apresentado o percentual de marcação do gabarito (acerto) e dos distratores apenas dos itens de Física para o grupo de estudantes concluintes.

Para uma melhor análise do desempenho dos estudantes concluintes

são apresentadas as curvas características dos itens⁴, obtidas por meio da utilização do programa R, para cada item de Física. Além disso, são apresentadas, também, as curvas características empíricas destes itens.

A curva característica do item relaciona a probabilidade de acerto do item com a aptidão ou habilidade do estudante, que se supõe descrita pelo escore.

Curva Característica do Item (CCI)

A curva característica do item relaciona a probabilidade de acerto do item com a aptidão ou habilidade do estudante.

Uma hipótese da TRI, Teoria da Resposta ao Item, é que cada item pode ser ajustado por uma curva característica. Essa curva apresenta, no eixo horizontal, o valor do escore (nota) do estudante, e na vertical a probabilidade que o estudante com aquele escore acerte a questão. Essa curva deve ter o formato de um **S** bem alargado: quanto menor a nota do estudante na prova, menor a probabilidade que ele acerte o item considerado; quanto maior a nota, maior a probabilidade de acerto daquele item.

A nota apresentada na horizontal muitas vezes não é dada como um valor entre 0 e 1000. Costuma ser dado como uma medida do chamado “desvio estatístico”: calcula-se a média das notas, e a essa média é atribuído o valor zero. Calcula-se o desvio padrão das notas, e esse desvio padrão tem valor 1. Então, um valor -1 significa que o estudante obteve uma nota igual a menos um desvio padrão em relação à média (se a média fosse 500 e o desvio padrão 100, 0 corresponderia a 500, -1 corresponderia a 400, +2 corresponderia a 600 e assim por diante).

Essa curva é considerada como bem ajustada pelo modelo logístico. No ENEM é utilizado o modelo logístico de três parâmetros que permite avaliar para cada item: a dificuldade, a discriminação e a resposta dada ao acaso (o “chute”). Este modelo baseia-se no fato de que indivíduos com maior habilidade possuem maior probabilidade de acertar o item e que esta relação não é linear.

A Figura A1 apresenta os parâmetros de dificuldade (***b***), de

⁴ Curva Característica do Item, do inglês Item Characteristic Curve (ICC)

discriminação (**a**) e de nível de pseudo-azar, popularmente conhecido como “chute” ou “acerto casual” (**c**) de um item. A habilidade está apresentada em função do desvio padrão onde o valor 0 representa a média. No caso do ENEM, em 2009, a média foi normalizada em 500 e o desvio padrão em 100.

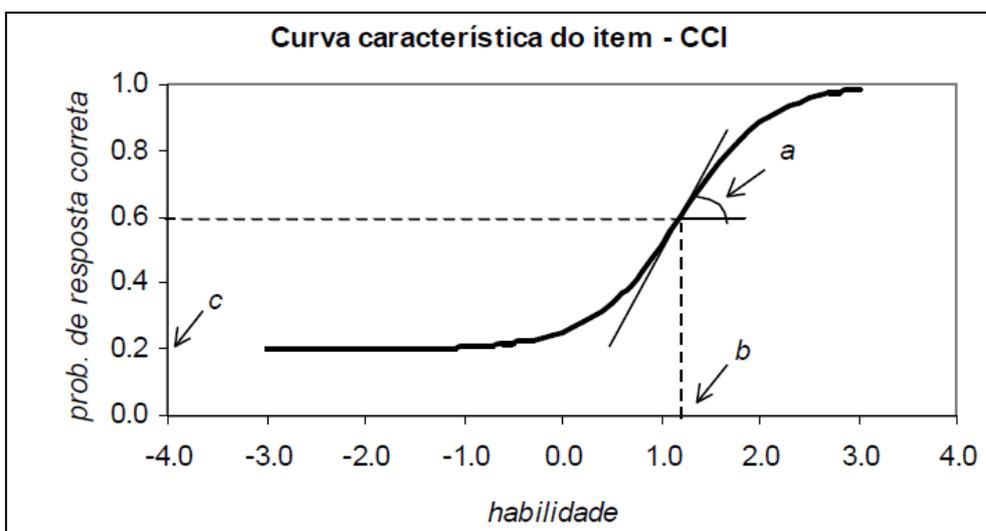


Figura A1. Parâmetros de dificuldade (**b**), discriminação (**a**) e nível de pseudo-azar (**c**) dos itens (ANDRADE, 2000, p. 11).

O parâmetro (**c**), de nível de pseudo-azar, representa a probabilidade de acerto por um estudante cuja aptidão é muito baixa. Este parâmetro é dado pela assíntota inferior da CCI. Observe que para o item apresentado na Figura 1 este parâmetro vale 0,20 (20%).

O parâmetro dificuldade (**b**) para determinado item é obtido através da abscissa que corresponde à probabilidade de acerto igual a $(1+c)/2$. No exemplo apresentado $b \cong 1,2$. É importante frisar que quanto maior o valor de **b** maior a dificuldade do item. Quando o parâmetro **c** vale zero, o parâmetro de dificuldade corresponde à nota para a qual o estudante tem 50% de probabilidade de acertar o item.

O parâmetro de discriminação (**a**) é determinado pela inclinação da reta tangente à CCI no ponto em que a probabilidade de acerto for igual a $(1+c)/2$. Baixos valores de **a** indicam que a CCI possui baixa inclinação no que implica um item com baixa capacidade de discriminação, ou seja, estudantes com habilidades bem distintas acabam por possuírem probabilidades bem próximas de responder corretamente ao item. Neste modelo, não é esperado um valor negativo para a discriminação **a**.

Curva Característica do Item (CCI) - Empírica

Para exemplificar o processo de construção da CCI empírica, na Tabela A3 são apresentados os dados relativos à questão 46 da prova de Ciências da Natureza do ENEM 2011, para os estudantes concluintes do ensino médio na rede pública federal. Inicialmente, toda a faixa de valores foi dividida em 20 partes praticamente iguais. Em seguida, para cada faixa obtêm-se o número de estudantes que tem nota naquela faixa, e desses, quantos acertaram uma dada questão. A fração de acertos é calculada então para cada uma dessas faixas.

Tabela A3 - Dados para CCI empírica do item 46 - Concluintes da Rede Federal - CN - ENEM 2011.

Faixa de escores	Início da faixa de escores	Final da faixa de escores	Ponto Médio da Faixa de escores	largura da faixa de escores	Número de concluintes por faixa	Número de concluintes que acertaram o item	Percentual de acertos do Item 46
1	269,000	393,980	331,490	69,490	1109	192	0,17312894
2	393,980	433,800	413,890	19,910	1105	218	0,19728507
3	433,800	459,500	446,650	12,850	1096	221	0,20164234
4	459,500	479,600	469,550	10,050	1097	206	0,18778487
5	479,600	496,200	487,900	8,300	1134	232	0,20458554
6	496,200	509,300	502,750	6,550	1096	232	0,21167883
7	509,300	521,500	515,400	6,100	1084	223	0,20571956
8	521,500	532,600	527,050	5,550	1107	249	0,22493225
9	532,600	542,900	537,750	5,150	1056	246	0,23295455
10	542,900	552,600	547,750	4,850	1153	283	0,24544666
11	552,600	562,100	557,350	4,750	1168	319	0,27311644
12	562,100	571,800	566,950	4,850	1034	272	0,26305609
13	571,800	581,900	576,850	5,050	1105	300	0,27149321
14	581,900	591,800	586,850	4,950	1101	306	0,27792916
15	591,800	602,600	597,200	5,400	1142	346	0,30297723
16	602,600	614,500	608,550	5,950	1124	394	0,35053381
17	614,500	629,300	621,900	7,400	1135	394	0,34713656
18	629,300	648,400	638,850	9,550	1106	433	0,3915009
19	648,400	679,520	663,960	15,560	1117	463	0,41450313
20	679,520	851,000	765,260	85,740	1126	537	0,47690941

No caso da curva característica empírica de um item os eixos representam o percentual de acertos do item e a faixa de escore (habilidade) dos estudantes. Ou seja, a CCI empírica representa o percentual total de estudantes (neste caso, concluintes) que acertaram o item por faixa de escores (representadas pelo ponto médio da respectiva faixa).

A partir dessas informações e da Tabela A3 é possível encontrar os pontos e uma CCI empírica, como é mostrado na Figura A2.

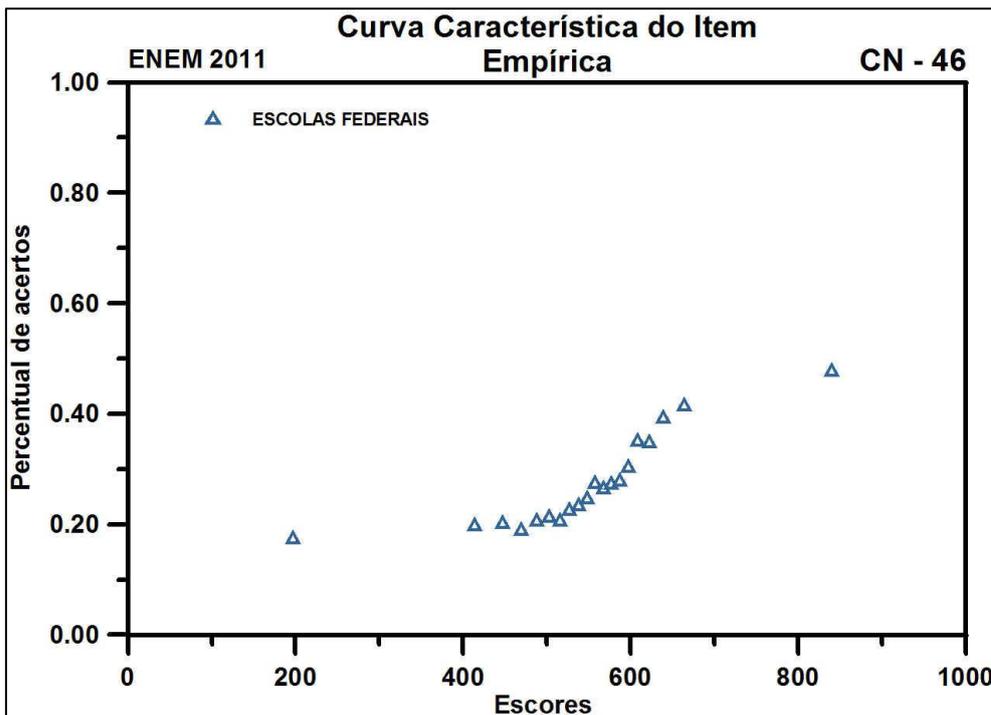


Figura A2 - CCI Empírica do Item 46 do ENEM 2011 - Concluintes da Rede Federal.

Combinação entre as diversas ferramentas utilizadas

É interessante perceber as possibilidades que a combinação entre os resultados obtidos com esses dados fornecem para o estudo da aprendizagem dos estudantes ao final do ensino médio. A combinação dos dados estritamente quantitativos (quantos estudantes escolhem cada distrator, qual o percentual de acerto em cada item, como se comporta a curva característica do item, tanto a empírica quanto a obtida do modelo, entre outros) com os dados estritamente qualitativos (o que a questão avalia, quais os conteúdos abordados, que competências são mobilizadas para sua resolução, qual a qualidade dos distratores) permite fazer inferências a respeito da aprendizagem em Física no país – inferências que a abordagem apenas quantitativa ou apenas qualitativa não ficam evidentes.

Com a intenção de verificar a existência de comportamento diferencial de um item (DIF, do inglês Differential Item Functioning) ou de impacto nos diversos itens da prova foram traçadas as curvas características dos itens para o total de concluintes e para os concluintes das escolas federais no país.

Segundo Barroso e Franco (2008):

Um item apresenta DIF entre dois ou mais grupos distintos (por exemplo, homens e mulheres; estudantes de escola pública e escola privada, entre outros) quando as probabilidades de acerto do item forem significativamente diferentes entre estudantes pertencentes a grupos com a mesma habilidade cognitiva

Apesar da exigência que uma boa avaliação não apresente DIF em relação aos diversos grupos populacionais que estão sob avaliação, a detecção de itens com DIF pode revelar importantes características sobre os processos de aprendizagem envolvidos, e a explicação desse comportamento possibilitaria avaliar diferenças curriculares, de abordagens pedagógicas e outras.

Neste trabalho observou-se que há diferenças entre o desempenho de estudantes em diversos tipos de escola (na nomenclatura utilizada pelo INEP, dependência administrativa) e por gênero. Apresenta-se aqui uma primeira parte desta análise: os estudantes das escolas públicas federais têm um desempenho consistentemente melhor do que os demais estudantes (de escolas públicas estaduais e privadas). Não é evidente a existência de DIF, mas é clara a existência do impacto. Impacto é um termo utilizado para caracterizar um comportamento globalmente diferente (independente da aptidão do estudante, ou do score) de um grupo.

Desempenho dos estudantes na prova de Ciências da Natureza de 2011

A análise exploratória dos dados do ENEM 2011 disponibilizados pelo INEP permite avaliar o desempenho dos candidatos nas provas realizadas. Através desses dados é possível verificar qual foi a escolha de cada candidato para a resposta em cada item e, dessa forma, pode-se obter o percentual de acertos por questão.

Na Tabela A4, apresentam-se alguns valores relativos à estatística geral dos estudantes concluintes na prova. O universo desses estudantes

concluintes é constituído de 1.268.791 candidatos. Nas colunas dessa tabela, apresentam-se os resultados dos escores fornecidos pelo INEP utilizando a TRI (método de ajuste por três parâmetros), que foi normalizada em 500 com desvio padrão 100 no ano de 2009; o total de acertos na prova, consistindo de 45 itens; e a nota tradicional, calculada segundo a Teoria Clássica de Testes, que corresponde a atribuir igual peso a cada uma das questões da prova.

Tabela A4. Os valores de tendência central e dispersão em Ciências da Natureza do Enem 2011, para os estudantes concluintes do ensino médio.

	Escore TRI (valor entre 0 e 1000)	Total de acertos na prova (máximo 45)	Nota tradicional na prova (entre 0 e 10)
Média	461.3	14.2	3.2
Desvio padrão	86.9	5.6	1.2

Observa-se desta tabela que a média em 2011 entre os concluintes é inferior a 500 e o desvio padrão é inferior a 100, valores utilizados na normalização do primeiro ano do exame; portanto, os estudantes obtiveram desempenho inferior e com resultado mais concentrado. A nota tradicional na prova é extremamente baixa: os estudantes, em média, acertam 1/3 do total de questões.

Na Figura A3, o histograma da distribuição das notas (escores TRI) nesta prova é apresentado, para melhor visualização dos dados.

Na Figura A4, apresenta-se na forma de um gráfico o percentual de acertos de cada item dos participantes e dos concluintes do ensino médio na prova de Ciências da Natureza.

Verifica-se que, quanto ao percentual de acertos nos itens desta prova, não há diferença significativa entre os candidatos concluintes e a totalidade de participantes. As médias dos percentuais de acertos na prova de Ciências da Natureza para os participantes e para os concluintes são, respectivamente, 32,0% e 31,5%.

Entretanto, como o foco deste trabalho é promover subsídios para a compreensão da aprendizagem em Física, a partir de agora serão apresentados os resultados apenas dos candidatos concluintes do ensino médio em 2011.

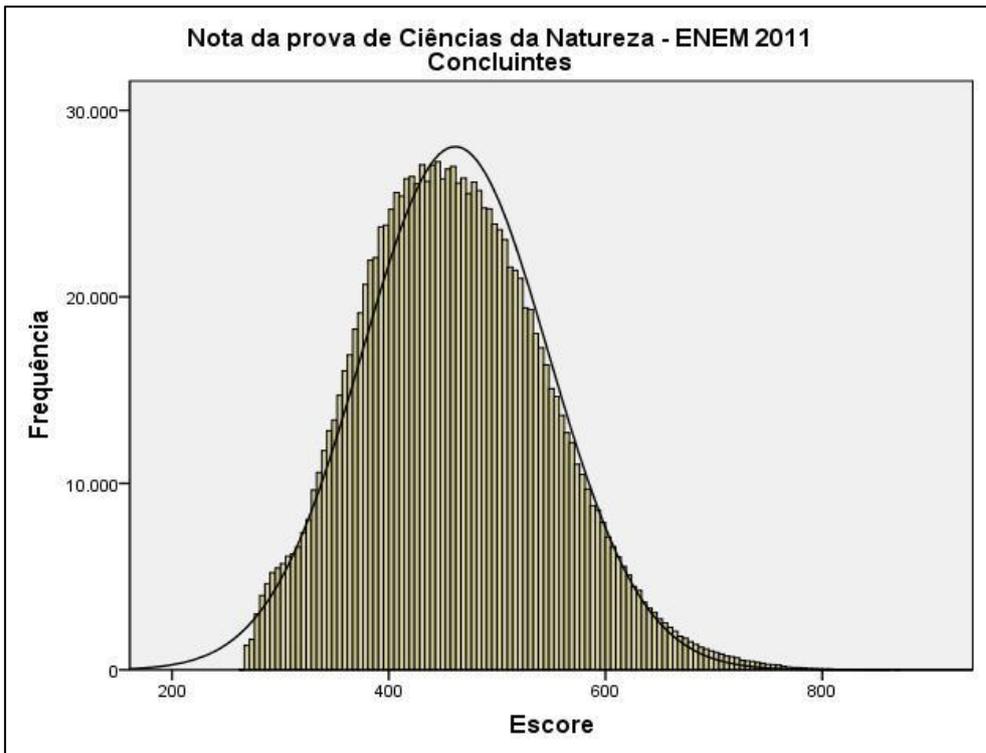


Figura A3. Histograma das notas (escores TRI) da prova de Ciências da Natureza do ENEM 2011.

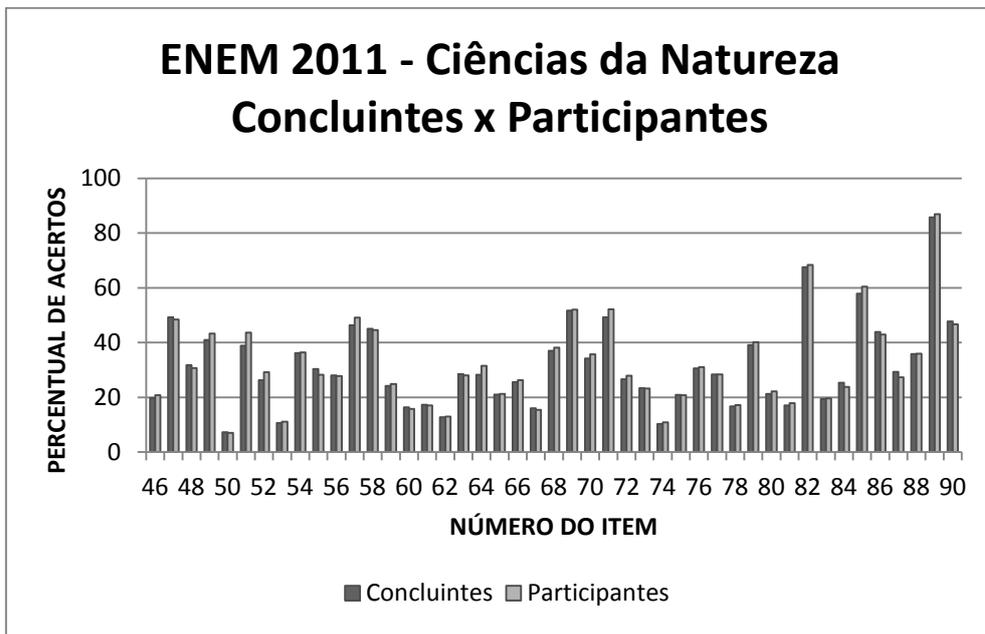


Figura A4. Percentual de acertos nos itens da prova de Ciências da Natureza do ENEM 2011.

Na Figura A5 apresenta-se o gráfico do desempenho dos concluintes na prova de Ciências da Natureza; estão destacados os itens classificados como “questões de Física” (GONÇALVES JR, 2012) da edição do ENEM 2011.

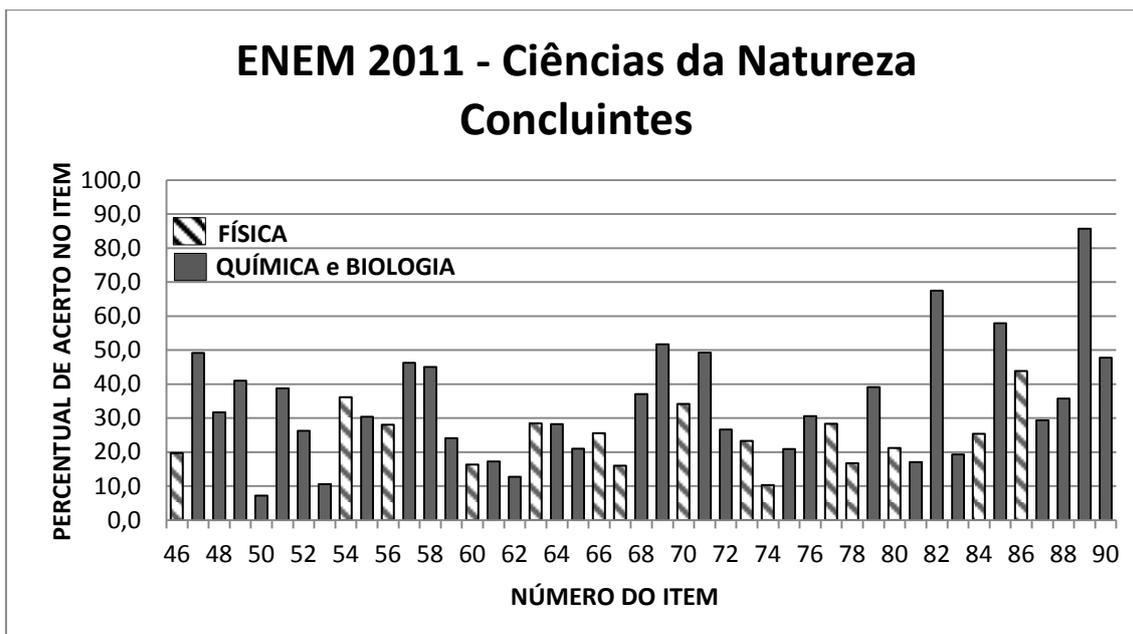


Figura A5. Percentual de acertos nos itens de Física da prova de Ciências da Natureza do ENEM 2011.

Os resultados revelam o fraco desempenho dos candidatos na prova de Ciências da Natureza. A média do percentual de acertos nas questões da prova é de 31,5%, e nos itens de Física (15) é 24,9%, inferior ao geral. Nas questões de Química (12) a média de acertos é 29,2% e nas questões de Biologia (18) é 38,6%.

Para entender melhor o que esses dados revelam, foi feita a análise detalhada de todos os itens considerados como sendo de Física na prova de Ciências da Natureza do ENEM 2011.

Análise dos itens de Física

Apresenta-se a seguir um estudo dos itens de Física da prova de Ciências da Natureza do ENEM 2011. Este estudo apresenta, para cada item, o texto, o gabarito (única solução correta), a proposta de resolução, a competência e a habilidade avaliadas (segundo a Matriz de Referência) bem como os resultados quantitativos: o percentual de marcação em cada uma das alternativas de resposta sugeridas e o percentual de acertos.

Em seguida, a curva característica do item é mostrada. Esta curva permite verificar algumas informações importantes, pois ela fornece, para cada

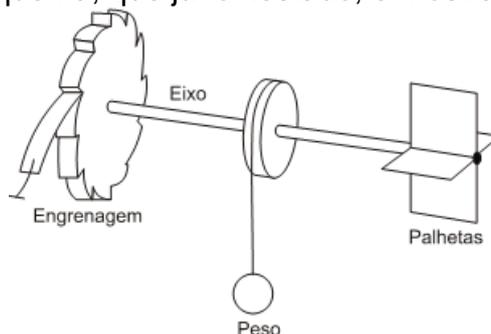
faixa definida de valores da aptidão (o escore TRI), o valor da probabilidade de acerto daquela questão por um estudante com a aptidão dada. Com ela pode-se avaliar como os estudantes com baixo desempenho respondem àquele item, e como os estudantes de alto desempenho o fazem. Esta curva característica é traçada a partir dos parâmetros da TRI obtidos com o programa R, e geralmente apresentada em unidades de desvio estatístico: -4, -3, -2 e -1 correspondem respectivamente a 4, 3, 2 ou 1 desvios padrões abaixo da média (cerca de 114, 200, 288 e 375 pontos no ENEM 2011), 0 corresponde à média (cerca de 461 pontos no ENEM 2011), 1, 2, 3 e 4 correspondem respectivamente a 1, 2, 3 ou 4 desvios padrão acima da média (cerca de 548, 635, 722 ou 809 pontos no ENEM 2011). Também são apresentadas as curvas características empíricas dos itens para o total de concluintes bem como para os concluintes das escolas federais Brasileiras.

É importante mencionar que neste trabalho foi feita a classificação de dificuldade do item da forma a seguir: uma questão foi considerada fácil se sua dificuldade é inferior a -1 (inferior a 375 pontos no ENEM 2011), média entre -1 e +1 (entre 375 e 548 pontos no ENEM 2011), difícil entre +1 e +2 (entre 548 e 635 pontos no ENEM 2011) e muito difícil acima de +2 (acima de 635 pontos no ENEM 2011).

Ao final, são apresentados breves comentários sobre a avaliação do que a questão revela sobre a aprendizagem dos estudantes.

Questão 46 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Partículas suspensas em um fluido apresentam contínua movimentação aleatória, chamado movimento browniano, causado pelos choques das partículas que compõe o fluido. A ideia de um inventor era construir uma série de palhetas, montadas sobre um eixo, que seriam postas em movimento pela agitação das partículas ao seu redor. Como o movimento ocorreria igualmente em ambos os sentidos de rotação, o cientista concebeu um segundo elemento, um dente de engrenagem assimétrico. Assim, em escala muito pequena, este tipo de motor poderia executar trabalho, por exemplo, puxando um pequeno peso para cima. O esquema, que já foi testado, é mostrado a seguir.



Inovação Tecnológica. Disponível em: <http://www.inovacaotecnologica.com.br>. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

A explicação para a necessidade do uso da engrenagem com trava é:

- a) O travamento do motor, para que ele não se solte aleatoriamente.
- b) A seleção da velocidade, controlada pela pressão nos dentes da engrenagem.
- c) O controle do sentido da velocidade tangencial, permitindo, inclusive, uma fácil leitura do seu valor.
- d) A determinação do movimento, devido ao caráter aleatório, cuja tendência é o equilíbrio.
- e) A escolha do ângulo a ser girado, sendo possível, inclusive, medi-lo pelo número de dentes da engrenagem.

Gabarito:

[D]

Resolução:

A questão usa no texto base um experimento realizado a partir de uma experiência imaginária proposta por Smoluchowski (ESHUIS et al, 2010). No entanto, o enunciado da questão não leva em conta as condições nas quais a experiência foi realizada, e apenas deve ser considerado o que está na leitura do texto. Segundo este enunciado, o motor funcionaria em duas direções, e o sentido da rotação seria determinado pelo conjunto engrenagem-trava.

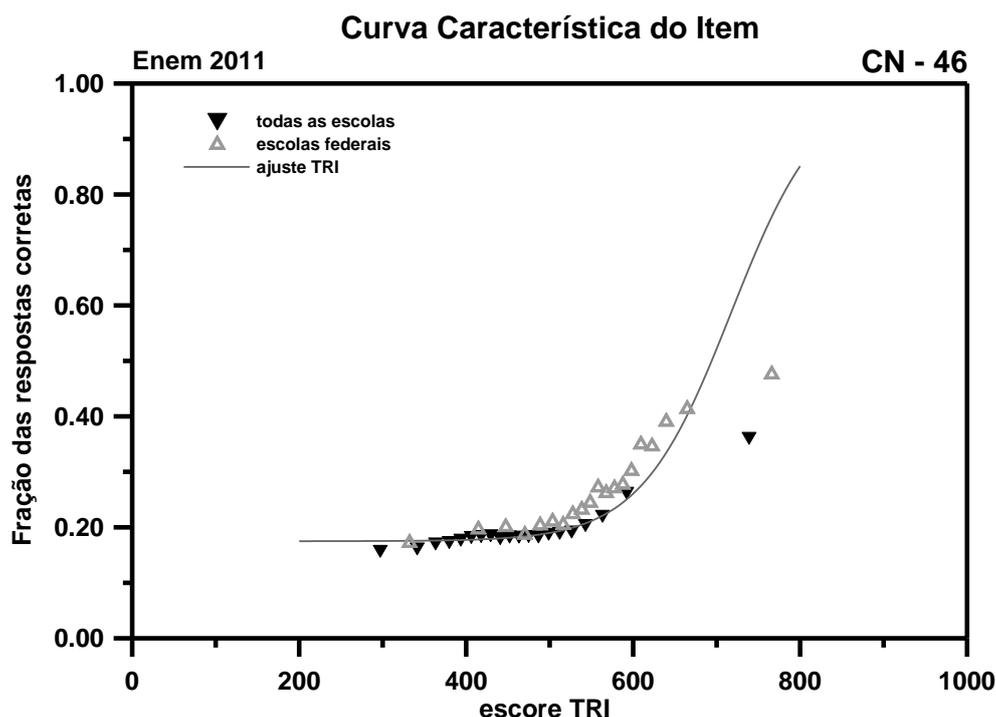
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

6H20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes. (Observação: o INEP classificou esta questão como H18.)

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

46	CONCLUINTES	PARTICIPANTES
A	29,15	28,54
B	26,54	25,21
C	13,03	13,50
D	19,71	20,77
E	11,24	11,65
Branco	0,22	0,21
Invalido	0,12	0,12
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

O item apresenta um dispositivo proposto por Smoluchowski–Feynman, e realizado em nível macroscópico em uma experiência realizada com a utilização de um gás granular conforme descrita em Eshuis et al (2010). Tanto a distribuição de marcações nas alternativas quanto a CCI mostram que os estudantes apresentaram grande dificuldade para responder a este item (item difícil, cerca de 720 pontos), e que ele não discrimina os estudantes com escore abaixo de 550 pontos. O índice de acerto casual está em cerca de 18%.

O item aborda a segunda lei da termodinâmica, assunto casualmente mencionado na lista de objetos de conhecimento da Matriz de Referência (“O calor e os fenômenos térmicos – Conceitos de calor e temperatura. ... Leis da Termodinâmica. ...”). No entanto, a resolução solicita apenas a interpretação de um trecho do texto base. Pode-se concluir que este item nada revela a respeito da aprendizagem sobre calor por parte dos estudantes.

Questão 54 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Certas ligas estanho-chumbo com composição específica formam um eutético simples, o que significa que uma liga com essas características se comporta como uma substância pura, com um ponto de fusão definido, no caso 183°C. Essa é uma temperatura inferior mesmo ao ponto de fusão dos metais que compõem esta liga (o estanho puro funde a 232°C e o chumbo puro a 320°C) o que justifica sua ampla utilização na soldagem de componentes eletrônicos, em que o excesso de aquecimento deve sempre ser evitado. De acordo com as normas internacionais, os valores mínimo e máximo das densidades para essas ligas são de 8,74 g/mL e 8,82 g/mL, respectivamente. As densidades do estanho e do chumbo são 7,3 g/mL e 11,3 g/mL, respectivamente. Um lote contendo 5 amostras de solda estanho-chumbo foi analisado por um técnico, por meio da determinação de sua composição percentual em massa, cujos resultados estão mostrados no quadro a seguir.

Amostra	Porcentagem de Sn (%)	Porcentagem de Pb (%)
I	60	40
II	62	38
III	65	35
IV	63	37
V	59	41

Com base no texto e na análise realizada pelo técnico, as amostras que atendem às normas internacionais são

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e IV.
- d) III e V.
- e) IV e V.

Gabarito:

[C]

Resolução:

Este item envolve o cálculo de densidade de uma mistura homogênea e sólida o qual é realizado através de uma média aritmética ponderada das densidades dos materiais que a compõem.

Utilizando-se das densidades absolutas do estanho (Sn) e chumbo (Pb), 7,3 g/mL e 11,3 g/mL, respectivamente além das porcentagens, em massa, de cada um dos metais, fornecidas no enunciado, podemos calcular as densidades de cada amostra.

Amostra I (60 % de Sn e 40 % de Pb):

$$d_I = \frac{60}{100} \times 7,3 + \frac{40}{100} \times 11,3 = 8,9 \text{ g/mL}$$

Amostra II (62 % de Sn e 38 % de Pb):

$$d_{II} = \frac{62}{100} \times 7,3 + \frac{38}{100} \times 11,3 = 8,82 \text{ g/mL}$$

Amostra III (65 % de Sn e 35 % de Pb):

$$d_{III} = \frac{65}{100} \times 7,3 + \frac{35}{100} \times 11,3 = 8,7 \text{ g/mL}$$

Amostra IV (63 % de Sn e 37 % de Pb):

$$d_{IV} = \frac{63}{100} \times 7,3 + \frac{37}{100} \times 11,3 = 8,78 \text{ g/mL}$$

Amostra V (59 % de Sn e 41 % de Pb):

$$d_V = \frac{59}{100} \times 7,3 + \frac{41}{100} \times 11,3 = 8,94 \text{ g/mL}$$

Conforme informado no enunciado, os valores mínimo e máximo das densidades para as ligas, de acordo com as normas internacionais, são de 8,74 g/mL e 8,82 g/mL, respectivamente. As amostras que atendem às normas são a II ($d = 8,82 \text{ g/mL}$) e a IV ($d = 8,78 \text{ g/mL}$).

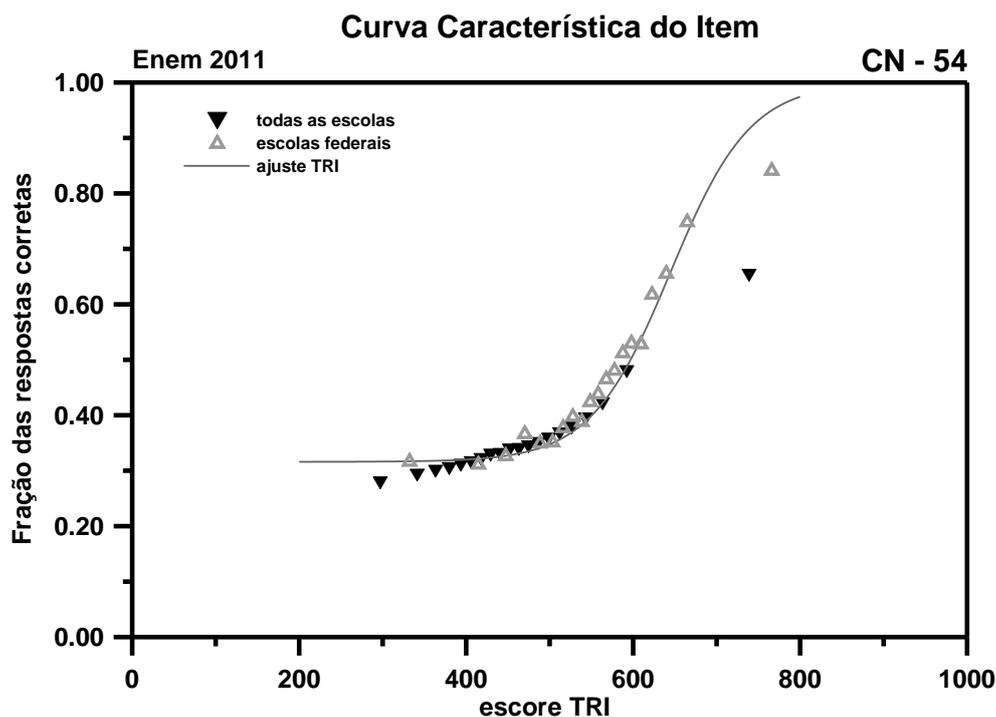
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

5H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

54	CONCLUINTES	PARTICIPANTES
A	12,51	12,45
B	17,14	16,80
C	36,13	36,42
D	22,92	22,99
E	10,76	10,83
Branco	0,40	0,38
Invalido	0,13	0,13
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

Este item apresenta um percentual de acerto (36%) superior ao percentual médio de acertos nos itens de Física (25%); ainda assim, a CCI mostra que o item é difícil (cerca de 650 pontos), e não discrimina aqueles com escore abaixo de 550 pontos. Neste item, foi observado um percentual de acerto casual de 32%.

Apesar do item ser de grande dificuldade, o estudante que observasse atentamente perceberia que, como a densidade da liga estanho-chumbo deve pertencer a um intervalo contínuo de valores, neste caso [8,74 g/mL ; 11,3 g/mL], a porcentagem de estanho (e de chumbo) também deveria pertencer a um intervalo contínuo de valores.

Por exemplo, o distrator **b**, onde as porcentagens de estanho são 60% e 65%, respectivamente, para as amostras I e III também contemplaria a utilização de qualquer amostra com porcentagem de estanho no intervalo de valores [60% ; 65%], ou seja, este distrator afirma, implicitamente, que se as amostras I e III satisfizerem as condições do problema apresentado também o fariam as amostras II e IV por possuírem porcentagens de estanho respectivamente iguais a 62% e 63%. Portanto, os pares de amostras relacionados nos distratores **d** e **e** também não possibilitam um par de amostras com resultado plausível.

Questão 56- CN - ENEM 2011 - Prova Azul

O manual de funcionamento de um captador de guitarra elétrica apresenta o seguinte texto:

Esse captador comum consiste de uma bobina, fios condutores enrolados em torno de um ímã permanente. O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra, que está próxima a ele. Assim, quando a corda é tocada, as oscilações produzem variações, com o mesmo padrão, no fluxo magnético que atravessa a bobina. Isso induz uma corrente elétrica na bobina, que é transmitida até o amplificador e, daí, para o alto-falante.

Um guitarrista trocou as cordas originais de sua guitarra, que eram feitas de aço, por outras feitas de náilon. Com o uso dessas cordas, o amplificador ligado ao instrumento não emitia mais som, porque a corda de náilon

- a) isola a passagem de corrente elétrica da bobina para o alto-falante.
- b) varia seu comprimento mais intensamente do que ocorre com o aço.
- c) apresenta uma magnetização desprezível sob a ação do ímã permanente.
- d) induz correntes elétricas na bobina mais intensas que a capacidade do captador.
- e) oscila com uma frequência menor do que a que pode ser percebida pelo captador.

Gabarito:

[C]

Resolução:

De acordo com o enunciado: **“O campo magnético do ímã induz o ordenamento dos polos magnéticos na corda da guitarra...”**. A magnetização das cordas de aço ocorre devido às suas propriedades ferromagnéticas, que por sua vez, as fazem comportar-se como ímãs.

O fluxo magnético do campo gerado pelas cordas magnetizadas fluirá através da bobina. E, baseando-se nas leis da indução magnética, é possível afirmar que toda vez que o fluxo magnético através de um circuito varia, surge, neste circuito, uma fem (força eletromotriz) induzida. E por sua vez, num circuito fechado, surgirá uma corrente elétrica induzida. Neste caso, a corrente é induzida na bobina e transmitida ao amplificador e, daí, ao alto-falante. Portanto, quando as cordas de aço são trocadas pelas de náilon (material não magnético), o efeito de magnetização das mesmas torna-se desprezível, e quando elas vibram, não ocorre variação do fluxo magnético na bobina e, por consequência, não induzindo uma corrente elétrica na mesma. Dessa forma, não há corrente elétrica no amplificador e não há som no alto-falante.

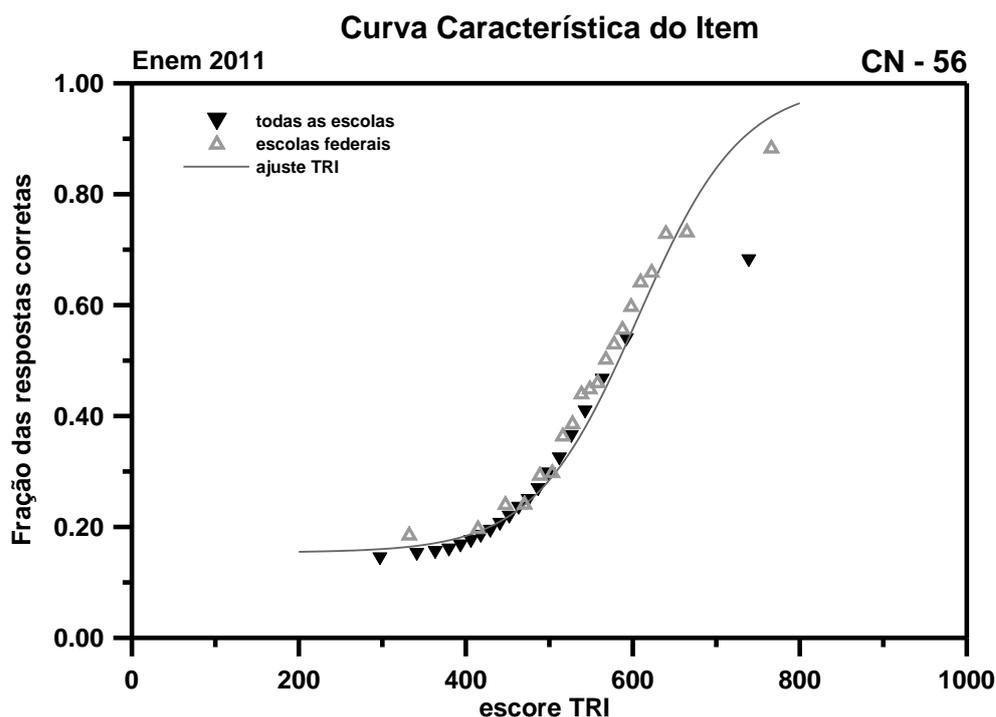
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológica.

6H21 – Utilizar leis físicas e/ou químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e/ou do eletromagnetismo.

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

56	CONCLUINTES	PARTICIPANTES
A	38,07	37,35
B	5,85	6,00
C	28,03	27,75
D	6,68	6,49
E	21,00	22,02
Branco	0,20	0,20
Invalido	0,17	0,17
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

Embora este item apresente um percentual de acerto (28%) superior ao percentual médio de acertos nos itens de Física (25%), a CCI mostra que o mesmo pode ser considerado como de difícil resolução (cerca de 600 pontos) por parte dos estudantes, além de ter um baixo percentual de acerto casual, cerca de 15%. Entretanto, este item discrimina os participantes com escores acima da média, ou seja, acima 460 pontos.

Este item apropria-se de um objeto de conhecimento que não consta na Matriz de Referência do ENEM, a indução eletromagnética.

Analisando o percentual de marcação dos distratores e do gabarito verifica-se que cerca de 38% dos concluintes obtiveram uma compreensão errônea do enunciado, possibilitando o entendimento da substituição do fio da bobina ao invés da corda da guitarra, ou, ainda, que a corrente elétrica induzida na bobina seria conduzida até o alto-falante pela própria corda da guitarra, optando pelo distrator A. Quanto ao distrator E, cuja marcação também foi significativa, verifica-se que os estudantes não percebem que a troca das cordas de aço pelas de nylon acarretaria uma mudança no timbre e não na frequência dos sons emitidos.

Questão 60- CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo			A	B
Tensão (V~)			127	220
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas	○	0	0
		●	2440	2540
		●●	4400	4400
		●●●	5500	6000
Disjuntor ou fusível (Ampère)			50	30
Seção dos condutores (mm ²)			10	4

Uma pessoa adquiriu um chuveiro do modelo A e, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 Ampères. No entanto, intrigou-se com o fato de que o disjuntor a ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro do modelo B devia possuir amperagem 40% menor.

Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4 400 W, a razão entre as suas respectivas resistências elétricas, R_A e R_B que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores, é mais próxima de:

- a) 0,3.
- b) 0,6.
- c) 0,8.
- d) 1,7.
- e) 3,0.

Gabarito:

[A]

Resolução:

Dados: $P = 4.400 \text{ W}$; $U_A = 127 \text{ V}$; $U_B = 220 \text{ V}$; $I_A = 50 \text{ A}$; $I_B = 30 \text{ A}$.

Como a potência é a mesma nos dois casos, temos:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_A = \frac{U_A^2}{R_A} \\ P_B = \frac{U_B^2}{R_B} \end{array} \right\} \Rightarrow P_A = P_B \Rightarrow \frac{U_A^2}{R_A} = \frac{U_B^2}{R_B} \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{U_A}{U_B} \right)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{127}{220} \right)^2 \Rightarrow$$

$$\frac{R_A}{R_B} = (0,58)^2 \Rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 0,3.$$

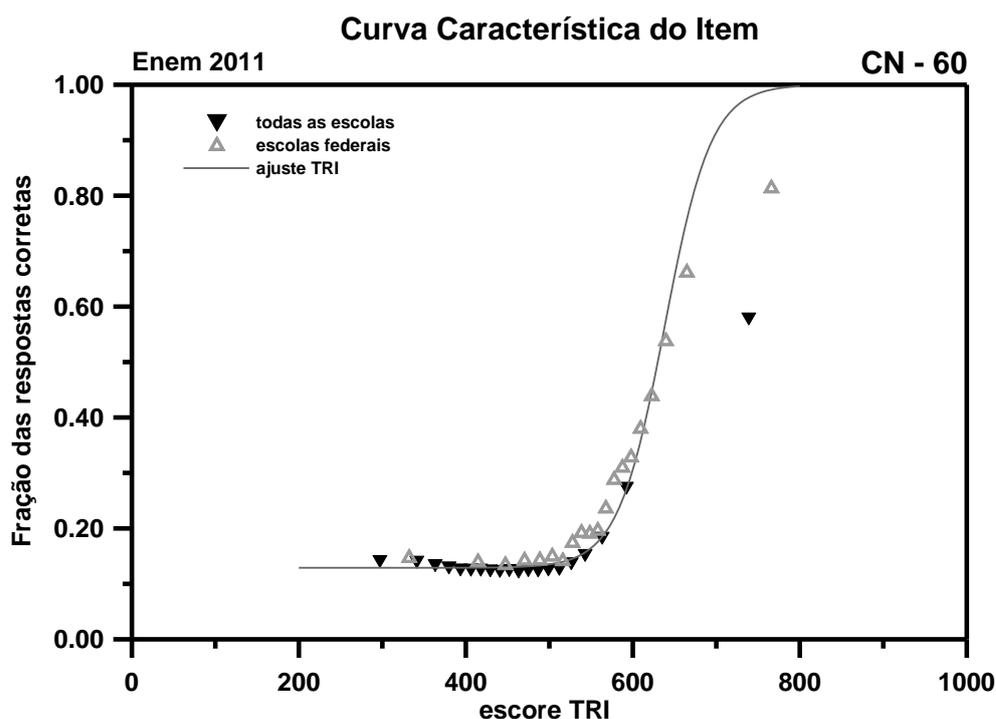
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

2H6 - Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

60	CONCLUINTES	PARTICIPANTES
A	16,32	15,75
B	20,01	20,70
C	22,40	22,22
D	26,22	26,33
E	14,57	14,54
Branco	0,37	0,35
Invalido	0,11	0,12
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

A CCI indica que o item é muito difícil (cerca de 640 pontos), além de ter um baixo percentual de acerto casual, cerca de 13%. Apresenta um elevado coeficiente de discriminação dos participantes e o faz para os que possuem escores acima de 540 pontos.

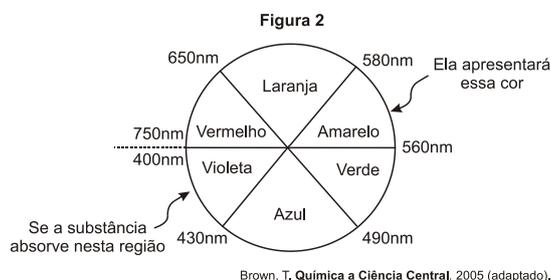
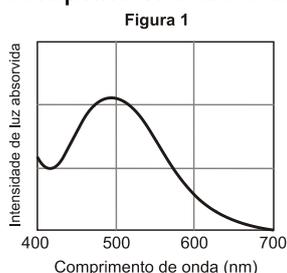
Analisando o percentual de marcação dos distratores e do gabarito verifica-se que o distrator D, mais marcado pelos estudantes, apresenta como resultado um valor numérico que pode ser facilmente encontrado por utilização direta de valores constantes na tabela apresentada, como a razão entre as

especificações de corrente dos disjuntores (50 A/ 30 A) e a razão inversa das diferenças de potencial (220 V/ 127 V). Quanto ao distrator B, é exatamente um valor inverso ao do distrator D. Nestes dois distratores os estudantes demonstram o desconhecimento da lei de Ohm e/ou do cálculo da potência elétrica dissipada num resistor elétrico. A plausibilidade do distrator C poderia ser associada à razão entre os valores de potência apresentadas para o chuveiro A (4400 W / 5500 W).

Este item ainda apresenta uma particularidade no distrator E, que é o valor inverso ao do gabarito; o estudante que calculou, corretamente, a razão inversa das resistências, ou seja R_B/R_A , a considerou como correta. De certa forma, este distrator pode ser considerado como, no mínimo, uma indução ao engano.

Questão 63- CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Para que uma substância seja colorida ela deve absorver luz na região do visível. Quando uma amostra absorve luz visível, a cor que percebemos é a soma das cores restantes que são refletidas ou transmitidas pelo objeto. A Figura 1 mostra o espectro de absorção para uma substância e é possível observar que há um comprimento de onda em que a intensidade de absorção é máxima. Um observador pode prever a cor dessa substância pelo uso da roda de cores (Figura 2): o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.



Brown, T. Química e Ciência Central. 2005 (adaptado).

Qual a cor da substância que deu origem ao espectro da Figura 1?

- a) Azul.
- b) Verde.
- c) Violeta.
- d) Laranja.
- e) Vermelho.

Gabarito:

[E]

Resolução:

Conforme é visto no gráfico essa substância apresenta maior absorção para comprimentos de onda em torno de 500 nm, o que corresponde à cor verde. Utilizando-se da informação dada no enunciado: ... “**o comprimento de onda correspondente à cor do objeto é encontrado no lado oposto ao comprimento de onda da absorção máxima.**”, e verificando na roda de cores, o comprimento de onda oposto ao da cor verde é o da cor vermelha.

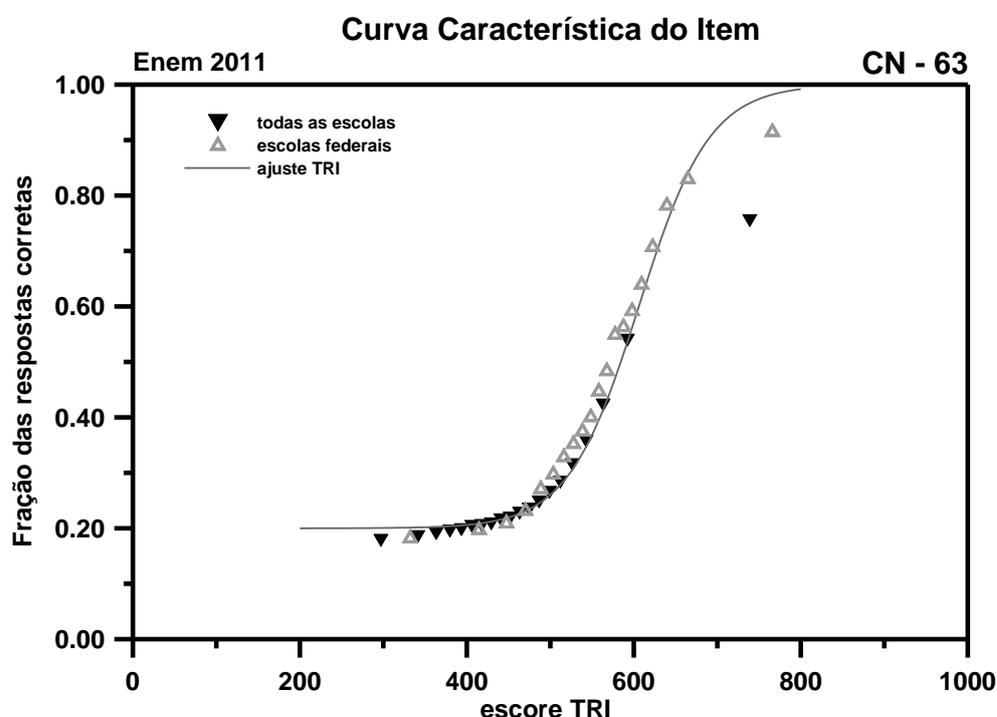
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

6H22 – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

63	CONCLUINTES	PARTICIPANTES
A	12,45	12,61
B	26,00	25,47
C	18,33	18,35
D	14,34	15,11
E	28,44	28,00
Branco	0,24	0,25
Invalido	0,20	0,20
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

Embora este item apresente um percentual de acerto (28%) ligeiramente superior ao percentual médio de acertos nos itens de Física (25%), a CCI mostra que o item é difícil (cerca de 600 pontos), e não discrimina aqueles com escore abaixo da média, ou seja, cerca de 460 pontos. Neste item, foi observado um percentual de acerto casual de 20%.

A tabela de percentuais de marcação do gabarito e dos distratores revela a falta de atenção na leitura do enunciado ou ainda a falha na interpretação ou compreensão do mesmo, visto que 26% marcou o distrator B (verde).

Esta questão avalia exclusivamente a capacidade de interpretação e compreensão do texto.

Questão 66- CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. *Física Térmica*. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

- a) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- b) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- c) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- d) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- e) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

Gabarito:

[C]

Resolução:

Conforme a segunda lei da termodinâmica. "É impossível uma máquina térmica, operando em ciclos, converter integralmente calor em trabalho".

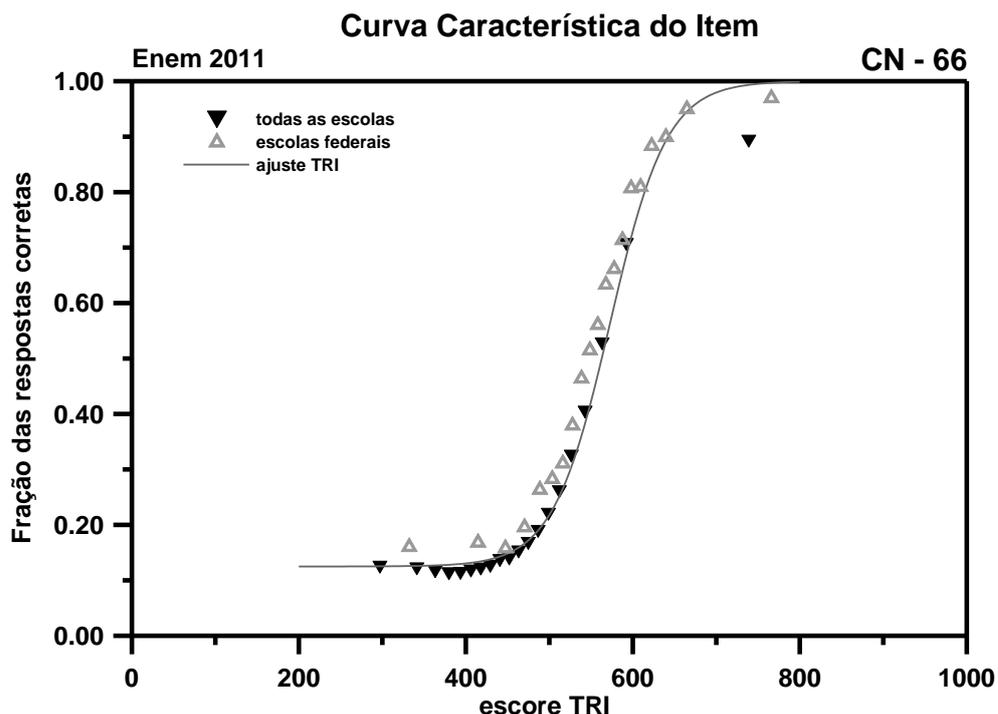
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

6H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas. (Observação: o INEP classifica esta questão como H21.)

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

66	CONCLUINTE	PARTICIPANTES
A	16,10	16,00
B	11,42	10,85
C	25,55	26,25
D	24,39	24,50
E	22,04	21,91
Branco	0,29	0,29
Invalido	0,20	0,20
TOTAL	100,00	100,00



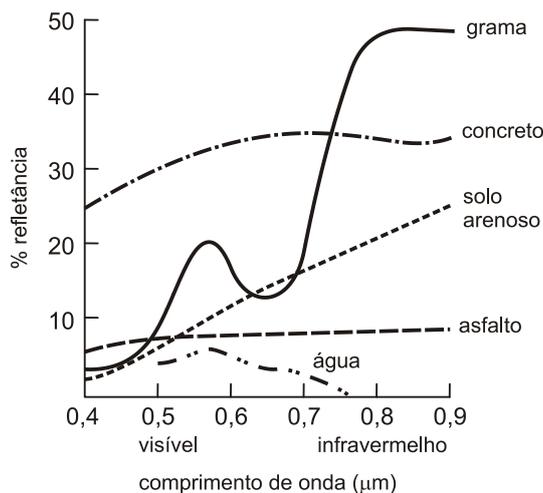
Discussão Geral sobre o Item:

Este item apresenta um percentual de acerto (cerca de 26%) praticamente igual ao percentual médio de acertos nos itens de Física (cerca de 25%); no entanto, a CCI mostra que o item é difícil (cerca de 570 pontos) para os estudantes, com um percentual de acerto casual em 13%. Este item apresenta um elevado coeficiente de discriminação dos estudantes e o faz para os que possuem escores acima da média, ou seja, cerca de 460 pontos.

A análise da tabela dos percentuais de marcação do gabarito e dos distratores revela que, de forma geral, os estudantes desconhecem os conceitos de energia e suas transformações bem como o funcionamento do motor à combustão de um veículo. Em particular, revela o desconhecimento relativo à segunda lei da termodinâmica.

Questão 67- CN - ENEM 2011 - Prova Azul

O processo de interpretação de imagens capturadas por sensores instalados a bordo de satélites que imageiam determinadas faixas ou bandas do espectro de radiação eletromagnética (REM) baseia-se na interação dessa radiação com os objetos presentes sobre a superfície terrestre. Uma das formas de avaliar essa interação é por meio da quantidade de energia refletida pelos objetos. A relação entre a refletância de um dado objeto e o comprimento de onda da REM é conhecida como curva de comportamento espectral ou assinatura espectral do objeto, como mostrado na figura, para objetos comuns na superfície terrestre.



D'ARCO, E. Radiometria e Comportamento Espectral de Alvos. INPE. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br>. Acesso em: 3 maio 2009.

De acordo com as curvas de assinatura espectral apresentadas na figura, para que se obtenha a melhor discriminação dos alvos mostrados, convém selecionar a banda correspondente a que comprimento de onda em micrômetros (μm)?

- a) 0,4 a 0,5.
- b) 0,5 a 0,6.
- c) 0,6 a 0,7.
- d) 0,7 a 0,8.
- e) 0,8 a 0,9.

Gabarito:

[E]

Resolução:

Para melhor discriminá-los é necessário utilizar uma faixa de comprimentos de onda em que as assinaturas espectrais dos objetos possuam refletâncias maiores e bem distintas entre si. Dessa forma, a banda mais apropriada para tal finalidade é a de 0,8 a 0,9 μm .

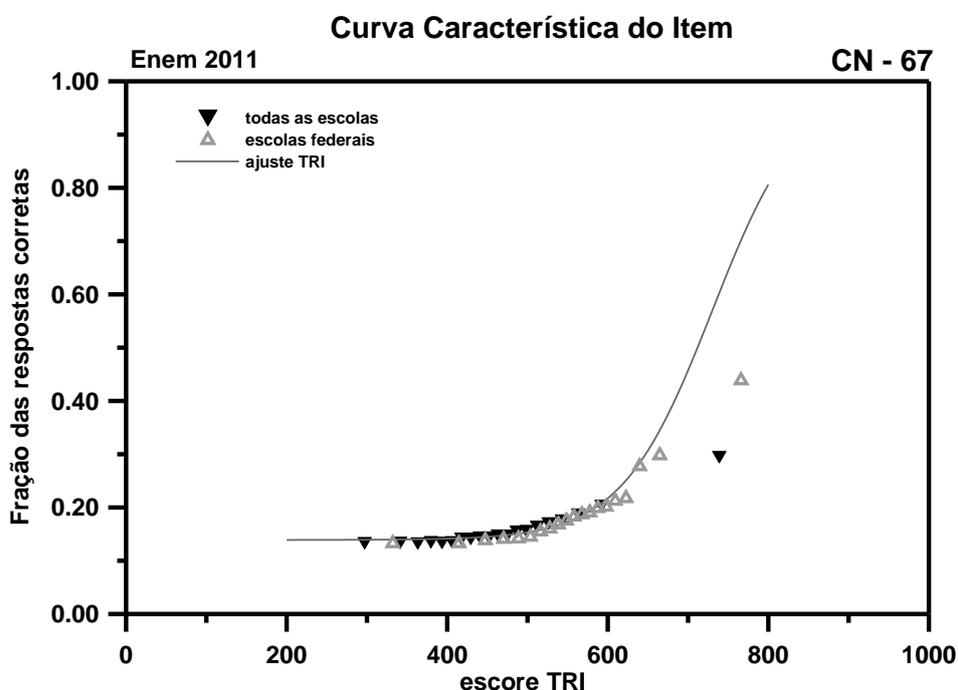
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.

5H17 – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica. (Observação: o INEP classifica esta questão como H22.)

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

67	CONCLUINTES	PARTICIPANTES
A	13,64	13,88
B	28,97	28,71
C	20,22	20,85
D	20,71	20,70
E	15,99	15,38
Branco	0,33	0,33
Invalido	0,15	0,15
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

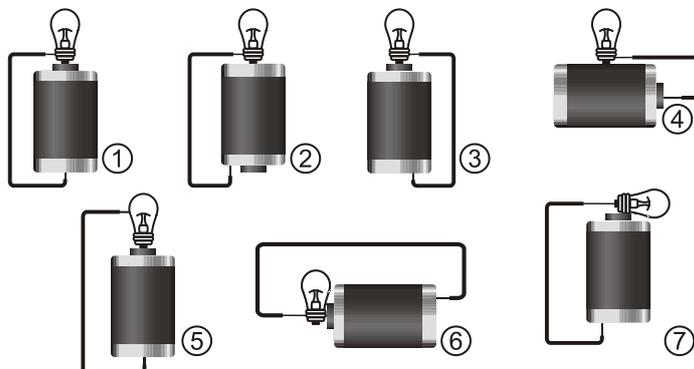
A CCI indica que este item é de enorme dificuldade (cerca de 730 pontos). Entretanto, possui um baixo percentual de acerto casual, cerca de 14%. Além disso, este item apenas discrimina os estudantes com escores acima de 630 pontos.

Analisando o percentual de marcação dos distratores e do gabarito verifica-se que os estudantes não interpretaram corretamente o enunciado da questão, possivelmente pela não compreensão do significado da expressão *melhor discriminação* para distinguir os alvos mostrados.

A marcação dos estudantes no distrator d é compreensível pelo fato que não há dados para a água na faixa de 0,8 a 0,9 μm ; na faixa de 0,7 a 0,8 μm , há quase uma boa separação de todos os elementos exceto pela água e areia. Quanto ao grande número de escolhas do distrator b, pode-se inferir que não há uma real compreensão por parte dos estudantes do significado da palavra “discriminação” mencionada no texto.

Questão 70 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- a) (1), (3), (6)
- b) (3), (4), (5)
- c) (1), (3), (5)
- d) (1), (3), (7)
- e) (1), (2), (5)

Gabarito:

[D]

Resolução:

Uma lâmpada incandescente possui dois terminais, um na rosca e o outro no pino central, na base da rosca. Portanto, os dois terminais da pilha devem estar ligados a estes dois terminais da lâmpada como é observado em (1), (3) e (7).

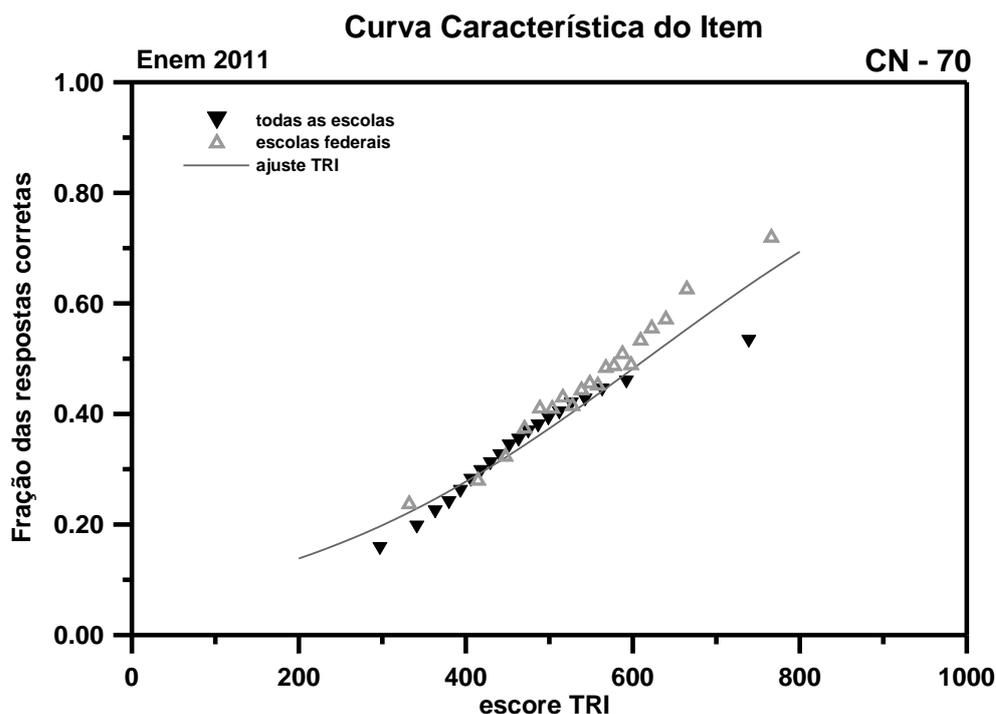
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

2H5 - Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

70	CONCLUINTE	PARTICIPANTES
A	24,90	24,18
B	6,48	6,68
C	27,67	26,63
D	34,15	35,64
E	6,33	6,39
Branco	0,28	0,29
Invalido	0,18	0,19
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

Apesar deste item apresentar o percentual de acerto (cerca de 34%) superior ao percentual médio de acertos nos itens de Física (cerca de 25%), a CCI indica que o item é de difícil resolução por parte dos estudantes (cerca de 620 pontos), porém com um baixíssimo percentual de acerto casual, menos de 1%. Contudo, este item possui um índice de discriminação muitíssimo baixo.

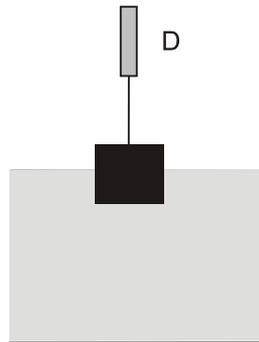
A tabela de percentual de marcação dos distratores e do gabarito deste item revela, de maneira geral, que os estudantes desconhecem “como ligar uma lâmpada” e/ou “como usar uma pilha”, ou seja, revela o desconhecimento total dos detalhes técnicos presentes na prática de utilização de lâmpadas incandescentes visto que cerca de 40% dos estudantes marcaram como corretos os esquemas estapafúrdios 4 e/ou 5 (distratores B, C e E).

Verifica-se também que os estudantes, majoritariamente, marcaram os distratores A e C além do gabarito D possibilitando a inferência de utilização de estratégia de resolução de questões de múltipla escolha. Isto porque uma vez que os distratores A e C e o gabarito D diferem apenas na apresentação do terceiro esquema em que a lâmpada acenderia. A análise do distrator C reforça esta inferência, pois ao escolher esta opção o estudante escolhe o esquema 5 como possível de acender a lâmpada. É, no mínimo, incoerente um estudante entender e perceber a ligação e o funcionamento da lâmpada e da pilha nos esquemas 1 e 3 e não entender o não acendimento no esquema 5. De forma análoga analisa-se o distrator A quanto ao esquema 6 embora este seja um erro mais sutil que o do esquema 5.

O item aborda um tema conhecido pelos professores e pesquisadores em Ensino de Física, e o desempenho dos estudantes, neste caso, revela a quase inexistência de discussões e atividades práticas em sala de aula. Este cenário seria diferente caso os estudantes tivessem em sua prática escolar mais atividades experimentais, ou de montagem de circuitos envolvendo lâmpadas e pilhas entre outros dispositivos.

Questão 73 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro D com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro.



Considerando que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 , a densidade da água do lago, em g/cm^3 , é

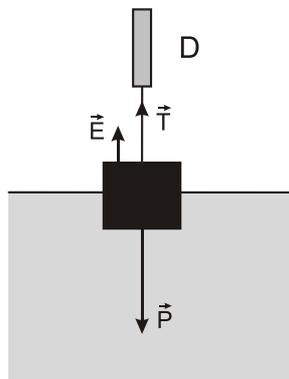
- a) 0,6.
- b) 1,2.
- c) 1,5.
- d) 2,4.
- e) 4,8.

Gabarito:

[B]

Resolução:

Neste item o cubo imerso na água fica sujeito às forças Peso, Empuxo e Tração que estão representadas na figura abaixo.



Na condição de equilíbrio do cubo tem-se que:

$$T + E = P \Rightarrow E = P - T = 30 - 24 \Rightarrow E = 6 \text{ N}$$

O empuxo sobre o cubo é dado por:

$$E = \rho_{\text{água}} V_{\text{imerso}} g$$

$$V_{\text{imerso}} = \frac{1}{2} V_{\text{cubo}} = \frac{1}{2} \cdot 1000 = 500 \text{cm}^3 = 500 \cdot 10^{-6} \text{m}^3$$

$$\rho_{\text{água}} = \frac{E}{V_{\text{imerso}} g} = \frac{6}{500 \cdot 10^{-6} \cdot 10} = \frac{6}{5 \cdot 10^{-3}} = 1200 \text{kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{água}} = 1,2 \text{ g/cm}^3.$$

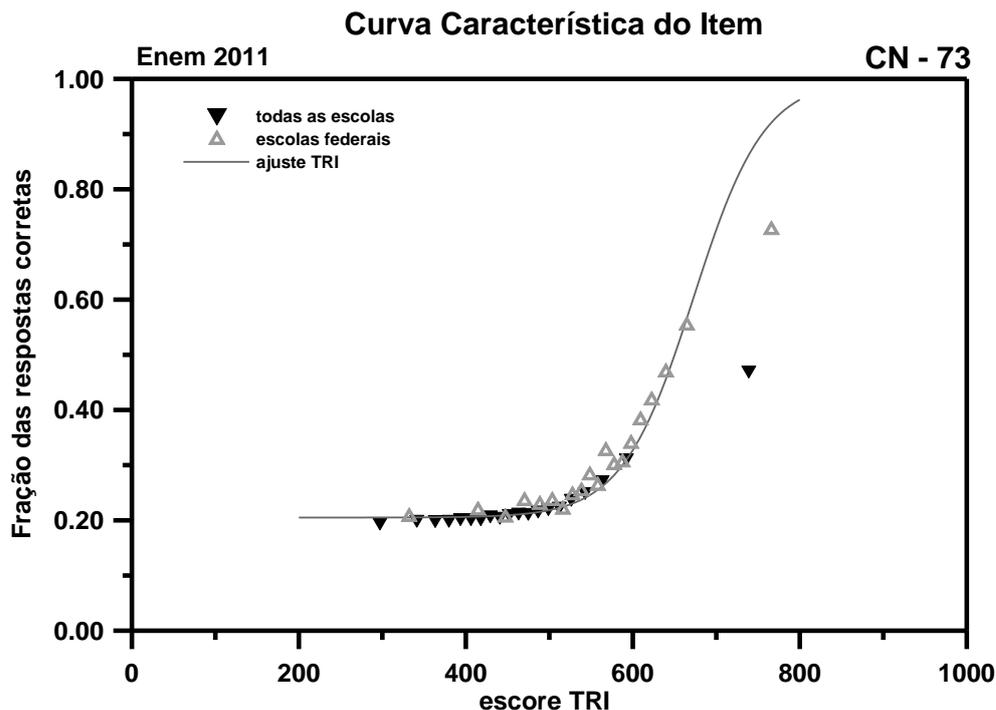
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

6H20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes. (Observação: o INEP classifica esta questão como H7.)

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

73	CONCLUINTE	PARTICIPANTES
A	14,69	14,66
B	23,28	23,25
C	22,07	22,31
D	29,58	29,34
E	9,76	9,84
Branco	0,46	0,43
Invalido	0,16	0,16
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

Este item retrata uma situação problema com resolução matemática encontrada com facilidade em livros didáticos. Entretanto, a CCI e a tabela dos percentuais de escolha das alternativas revelam que este item é difícilimo (cerca de 670 pontos), além de discriminá-los a partir do escore de 550 pontos. Este item apresenta um percentual de acerto casual em cerca de 21%.

A tabela de percentual de marcação dos distratores e do gabarito deste item revela, de maneira geral, que os estudantes desconhecem ou apresentam compreensões equivocadas sobre o conceito de Empuxo. A análise dos distratores reforça esta inferência, uma vez que, nos distratores E, D e C, que juntos somam mais de 60 % de marcações, os estudantes utilizaram, em seus cálculos, como valor para o empuxo, respectivamente, o valor do peso aparente do corpo (distratores E e D) e o valor da metade do peso do corpo (distrator C). Entretanto, nos distratores C e D o estudante ainda faz uso do volume total do corpo ao invés da metade.

Já no distrator A, o estudante realizou os cálculos utilizando os valores de peso e força elástica reduzidos à metade, talvez em alusão ao corpo possuir apenas a metade de seu volume submerso. Neste caso, o estudante apresenta falha no conceito de forças.

O item assemelha-se a um típico exercício de final de capítulo presente nos textos didáticos tradicionais, e exige uma capacidade analítica em relação às leis da Mecânica e uma habilidade na resolução de problemas. O resultado revela a pouca familiaridade dos estudantes com estas capacidade e habilidade. Menciona também equipamentos de laboratório; atividades práticas e experimentais em sala de aula são pouco comuns.

Questão 74 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Uma equipe de cientistas lançará uma expedição ao Titanic para criar um detalhado mapa 3D que “vai tirar, virtualmente, o Titanic do fundo do mar para o público”. A expedição ao local, a 4 quilômetros de profundidade no Oceano Atlântico, está sendo apresentada como a mais sofisticada expedição científica ao Titanic.

Ela utilizará tecnologias de imagem e sonar que nunca tinham sido aplicadas ao navio, para obter o mais completo inventário de seu conteúdo. Esta complementação é necessária em razão das condições do navio, naufragado há um século.

O Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.estadao.com.br>. Acesso em: 27 jul. 2010 (adaptado).

No problema apresentado para gerar imagens através de camadas de sedimentos depositados no navio, o sonar é mais adequado, pois a

- a) propagação da luz na água ocorre a uma velocidade maior que a do som neste meio.
- b) absorção da luz ao longo de uma camada de água é facilitada enquanto a absorção do som não.
- c) refração da luz a uma grande profundidade acontece com uma intensidade menor que a do som.
- d) atenuação da luz nos materiais analisados é distinta da atenuação de som nestes mesmos materiais.
- e) reflexão da luz nas camadas de sedimentos é menos intensa do que a reflexão do som neste material.

Gabarito:

[D]

Resolução:

A utilização da luz não possibilita o mapeamento mais profundo dos sedimentos, devido à absorção e reflexão que sofre nas camadas de sedimentos, além da elevada atenuação que a luz sofre no interior da água do mar. Esta atenuação se dá através da absorção e do espalhamento da luz nas águas do oceano, à medida que a profundidade aumenta a intensidade da luz diminui. Este fenômeno é evidenciado pela completa escuridão que predomina em elevadas profundidades do oceano. Portanto, a utilização do sonar para esta finalidade se torna mais eficiente, pois o ultrassom tem maior capacidade de penetração sofrendo reflexões distintas em várias camadas de sedimentos o que possibilita a construção de imagens 3D.

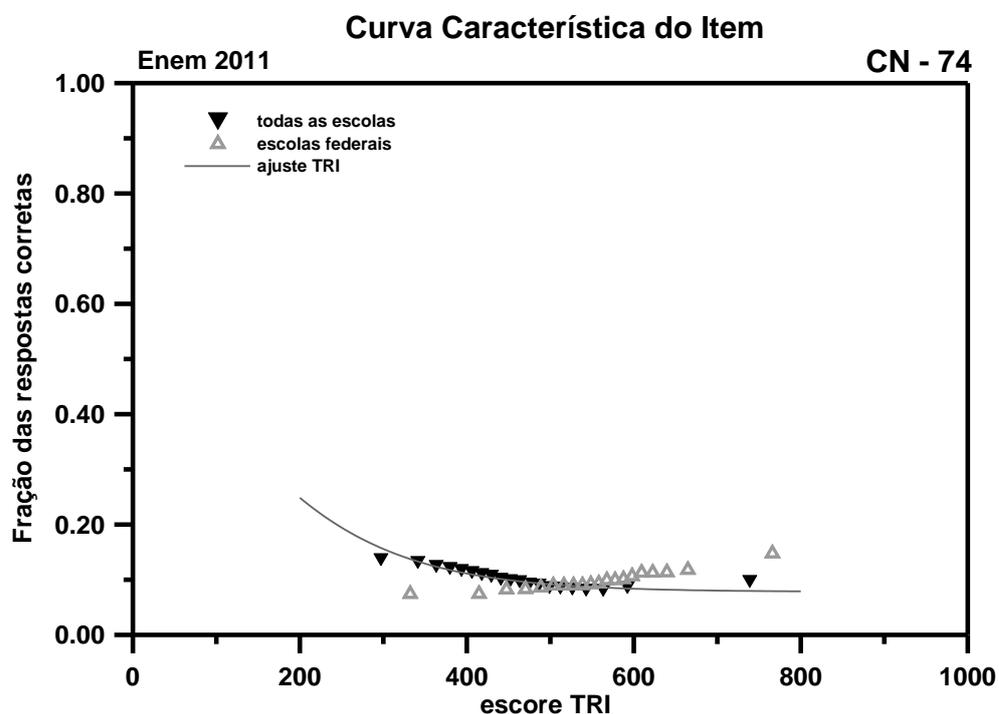
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

1H1 - Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

74	CONCLUINTE	PARTICIPANTES
A	23,19	22,51
B	17,34	17,12
C	24,86	25,15
D	10,29	10,90
E	23,76	23,77
Branco	0,36	0,36
Invalido	0,20	0,20
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

A resposta correta foi a menos escolhida pelos estudantes. A CCI para este item não possibilita qualquer inferência sobre as competências e habilidades dos estudantes que realizaram a prova, estando totalmente em desacordo com o modelo teórico que embasa a TRI (uma curva monotônica crescente). Isso pode ser consequência da dificuldade de interpretação da questão.

Questão 77 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

I. Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.

II. A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.

III. Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

Distância percorrida pela régua durante a queda (metro)	Tempo de reação (segundo)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

Disponível em: <http://br.geocities.com>. Acesso em: 1 fev. 2009.

A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a

- a) energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.
- b) resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.
- c) aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.
- d) força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.
- e) velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.

Gabarito:

[D]

Resolução:

Desprezando a resistência do ar, a régua estaria sujeita somente à ação da força peso, a qual pode ser considerada constante e igual a $P = mg$. Portanto, a força resultante sobre a régua é dada pela segunda lei de Newton.

$$P = F_{\text{Resultante}} \rightarrow mg = ma \rightarrow g = a$$

Trata-se de uma queda livre, ou seja, um movimento uniformemente acelerado, com aceleração de módulo igual a da aceleração da gravidade. A distância percorrida na queda (h) varia com o tempo conforme a função:

$$h = \frac{1}{2}gt^2.$$

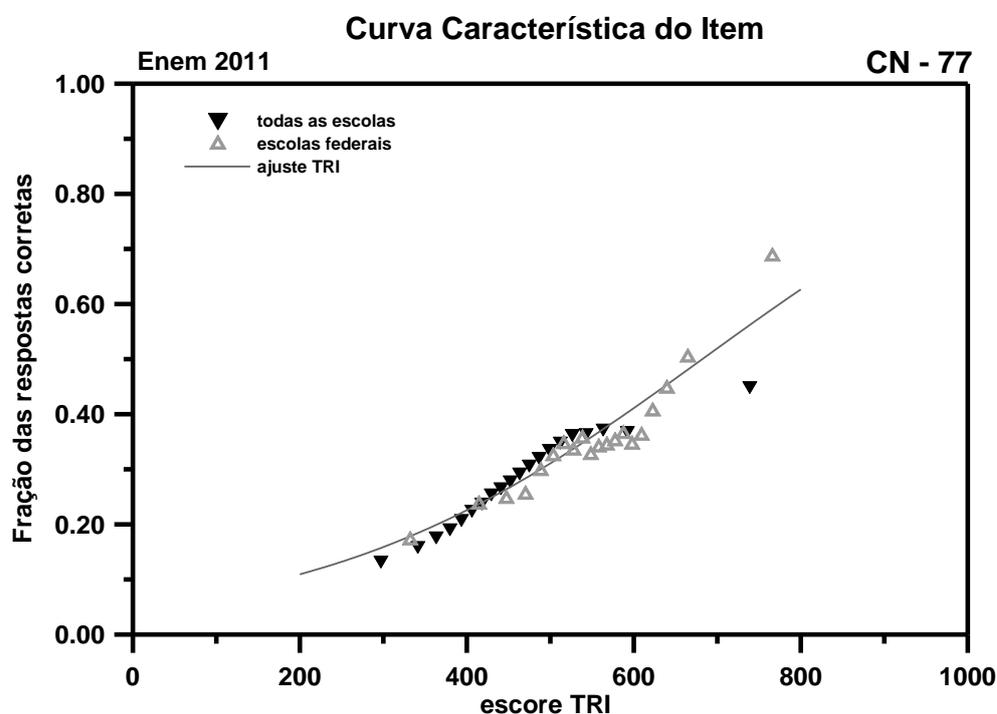
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

6H20 – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

77	CONCLUINTES	PARTICIPANTES
A	17,64	17,55
B	14,07	14,56
C	23,76	23,37
D	28,32	28,40
E	15,61	15,51
Branco	0,43	0,42
Invalido	0,17	0,18
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

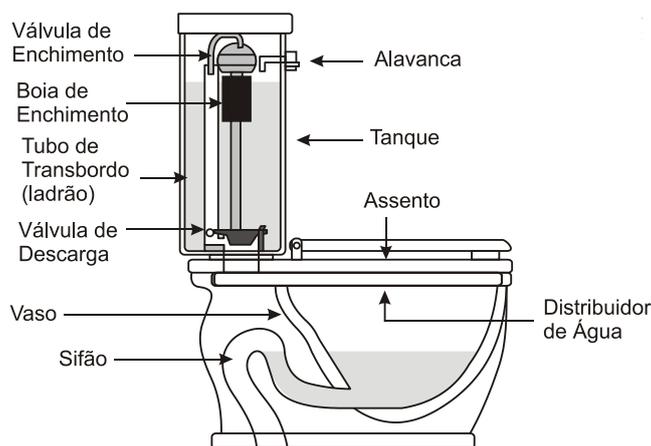
O percentual de acerto (cerca de 28%) é um pouco superior ao percentual médio de acertos nos itens de Física (cerca de 25%); mas a CCI revela que este item é muito difícil para os estudantes (cerca de 680 pontos). O item apresenta baixíssimos índices de discriminação e de acerto casual (cerca de 0,3%).

A questão apresenta uma situação na qual o estudante deveria reconhecer o movimento da régua como sendo um movimento de queda livre, sob a ação apenas da força peso, ou seja, com aceleração constante e igual à aceleração da gravidade. Esperava-se, também, que o estudante compreendesse a função que descreve o movimento da régua.

A tabela de percentual de marcação dos distratores e do gabarito deste item revela, de maneira geral, que os estudantes apresentam compreensões equivocadas sobre o conceito de queda livre.

Questão 78 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Um tipo de vaso sanitário que vem substituindo as válvulas de descarga está esquematizado na figura. Ao acionar a alavanca, toda a água do tanque é escoada e aumenta o nível no vaso, até cobrir o sifão. De acordo com o Teorema de Stevin, quanto maior a profundidade, maior a pressão. Assim, a água desce levando os rejeitos até o sistema de esgoto. A válvula da caixa de descarga se fecha e ocorre o seu enchimento. Em relação às válvulas de descarga, esse tipo de sistema proporciona maior economia de água.



Faça você mesmo. Disponível em: <http://www.facavocesmo.net>. Acesso em: 22 jul. 2010.

A característica de funcionamento que garante essa economia é devida

- a) à altura do sifão de água.
- b) ao volume do tanque de água.
- c) à altura do nível de água no vaso.
- d) ao diâmetro do distribuidor de água.
- e) à eficiência da válvula de enchimento do tanque.

Gabarito:

[B]

Resolução:

Antes do acionamento da alavanca de descarga, em situações normais, os níveis de água no interior do vaso e no sifão são iguais. Para que a água desça transportando, com eficiência, todos os rejeitos para o sistema de esgoto, é necessário que o nível da água no interior do vaso esteja uma altura h acima do sifão. Dessa forma, utilizando-se de um tanque de água regulado para armazenar o volume adequado para o funcionamento eficiente do sistema descrito (vaso com o tanque acoplado), ocorre a economia de água.

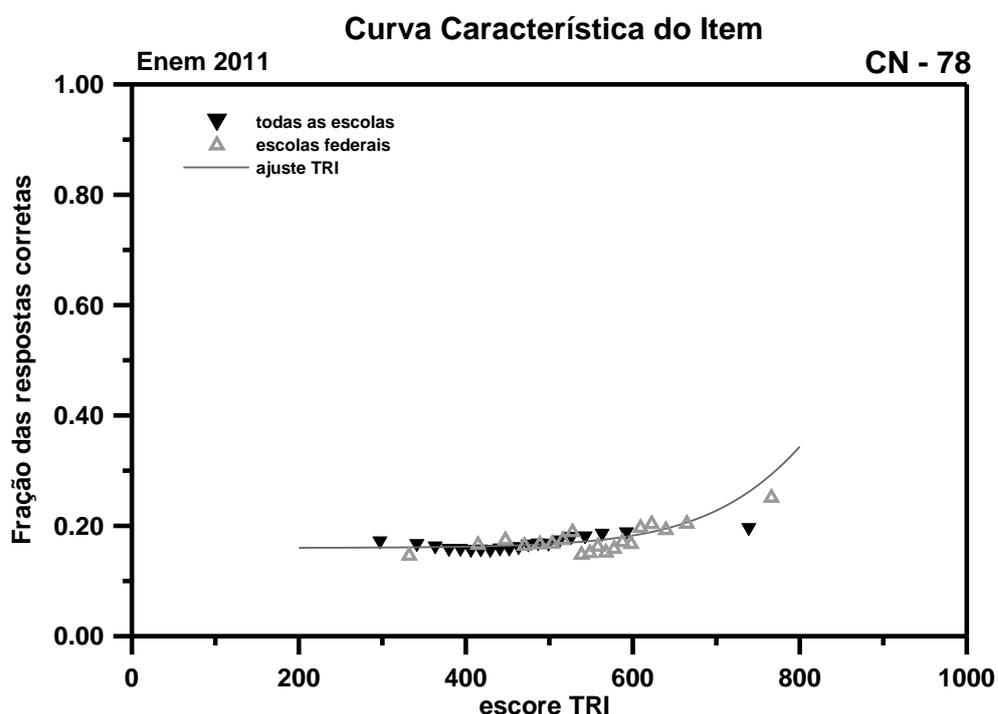
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

2H7 - Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

78	CONCLUINTES	PARTICIPANTES
A	25,76	25,79
B	16,72	17,10
C	18,74	18,91
D	10,98	10,87
E	27,25	26,80
Branco	0,30	0,29
Invalido	0,24	0,24
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

A CCI revela que este item é de grande dificuldade para os estudantes (item muito difícil). Entre todos os itens estudados neste trabalho, é o que apresenta maior coeficiente de dificuldade (cerca de 910 pontos), discrimina os estudantes com escore acima de 630 pontos além de possuir um percentual de acerto casual de 16%.

A tabela de percentual de marcação dos distratores e do gabarito deste item revela, de maneira geral, que os estudantes não dominam o que foi avaliado.

Questão 80 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH_4) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO_2 das termelétricas.

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. *Revista Ciência Hoje*. V. 45, n° 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte

- a) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos deste fenômeno.
- b) eficaz de energia, tornando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- c) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- d) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.
- e) alternativa, tomando-se por referência a grande emissão de gases de efeito estufa das demais fontes geradoras.

Gabarito:

[D]

Resolução:

De acordo com o enunciado, a emissão de CH_4 nas hidrelétricas pode ser comparada à emissão de CO_2 nas termelétricas. Entretanto, as hidrelétricas por representarem 80% da matriz energética do país são, de fato, consideradas poluidoras.

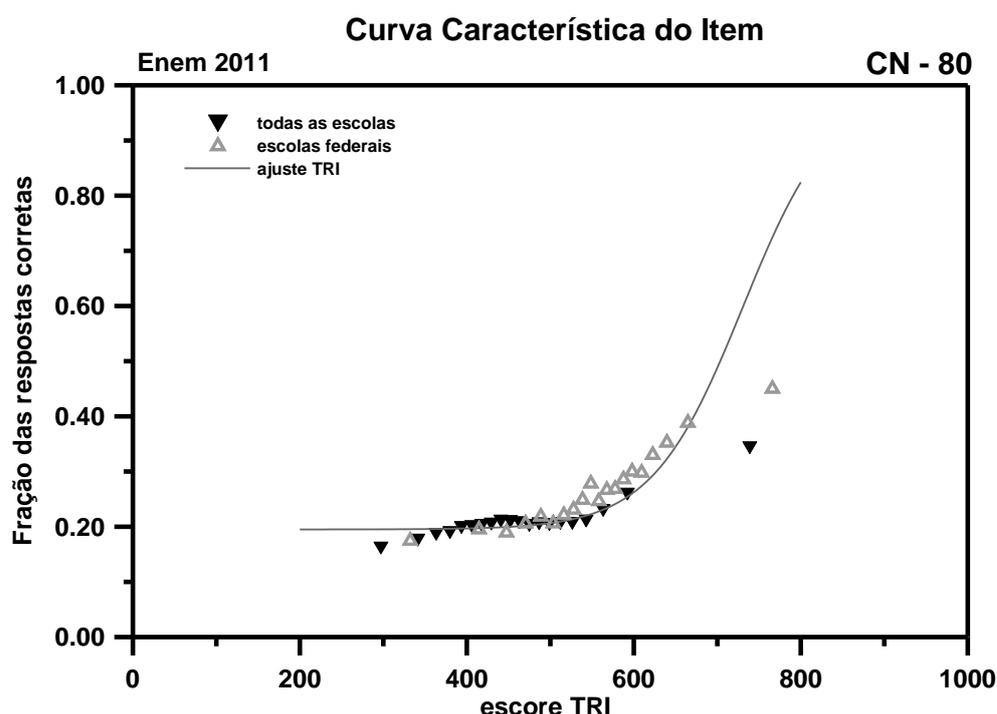
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

6H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas. (Observação: o INEP classifica esta questão como H12.)

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

80	CONCLUINTE	PARTICIPANTES
A	17,39	17,39
B	15,82	16,46
C	23,45	22,51
D	21,20	22,19
E	21,50	20,80
Branco	0,42	0,41
Invalido	0,22	0,23
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

A CCI revela que o item é de muita dificuldade para os estudantes (cerca de 730 pontos), discrimina os estudantes com escore acima de 550 pontos e possui um percentual de acerto casual em cerca de 20%.

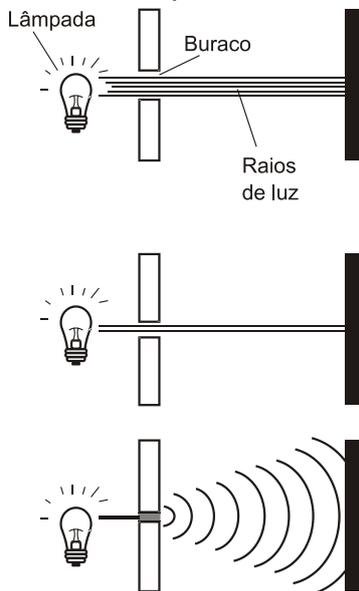
A tabela de percentuais de marcação dos distratores e gabarito revela também que os estudantes, provavelmente, não leram atentamente as informações apresentadas no texto, e basearam-se na ideia do "senso comum" de que a energia proveniente da hidrelétrica é limpa, pois o maior percentual de marcação é no distrator C.

Um estudo realizado por pesquisadores da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (Coppe), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), mostra que barragens de hidrelétricas produzem quantidades consideráveis de metano, gás carbônico e óxido nitroso, gases que provocam o chamado efeito estufa. Este estudo foi apresentado na conferência Rio 02.⁵

⁵Disponível em: <<http://www.apoena.org.br/artigos-detalle.php?cod=207>>. Acesso em: 20 ago. 2014

Questão 84 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.



FIOLHAIS, C. Física divertida.
Brasília: UnB, 2000 (adaptado).

Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

- a) Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- b) Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
- c) Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
- d) Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- e) Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

Gabarito:

[A]

Resolução:

Na figura é mostrado o fenômeno da difração da luz. Esse fenômeno ocorre quando uma onda contorna um obstáculo. Das situações apresentadas nas opções deste item, o menino que ouve a conversa de seus colegas escondidos atrás do muro ocorre devido à difração do som.

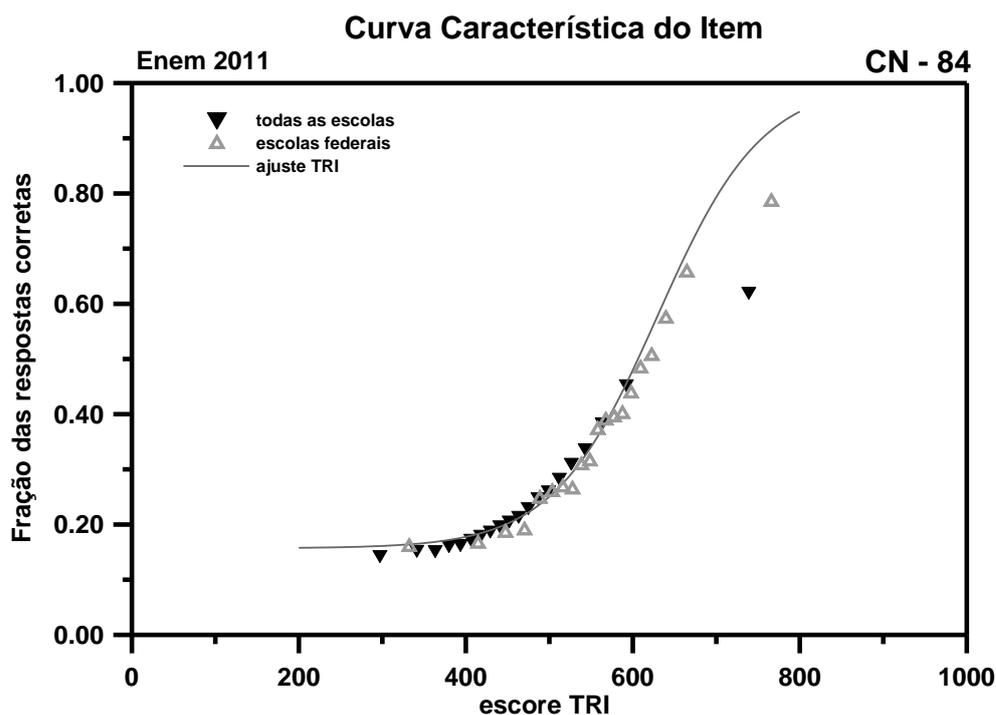
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.

1H1 - Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

84	CONCLUINTE	PARTICIPANTES
A	25,36	23,77
B	26,14	26,78
C	12,12	12,74
D	21,71	21,63
E	14,05	14,45
Branco	0,43	0,43
Invalido	0,18	0,19
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

A CCI indica que este item é de difícil resolução por parte dos estudantes (cerca de 630 pontos), discrimina os estudantes com escore acima de 460 pontos e possui um percentual de acerto casual em cerca de 16%.

A tabela de percentuais de marcação dos distratores e gabarito revela que os estudantes não reconhecem ou compreendem o fenômeno da difração das ondas luminosas e sonoras, uma vez que cerca de 48% optaram pelo distrator B e D onde são descritas situações que retratam, respectivamente, a reflexão do som e o efeito Doppler.

Questão 86 - CN - ENEM 2011 - Prova Azul

Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

- a) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
- b) a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.
- c) a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.
- d) a energia potencial gravitacional, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.
- e) a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

Gabarito:

[C]

Resolução:

Desconsiderando o impulso dado pelo atleta no instante do salto, podemos afirmar que toda a energia cinética representada na Etapa I é convertida em energia potencial gravitacional, representada na Etapa III, quando ele para no ar e, posteriormente, em energia cinética, representada na Etapa IV, quando ele retorna ao solo.

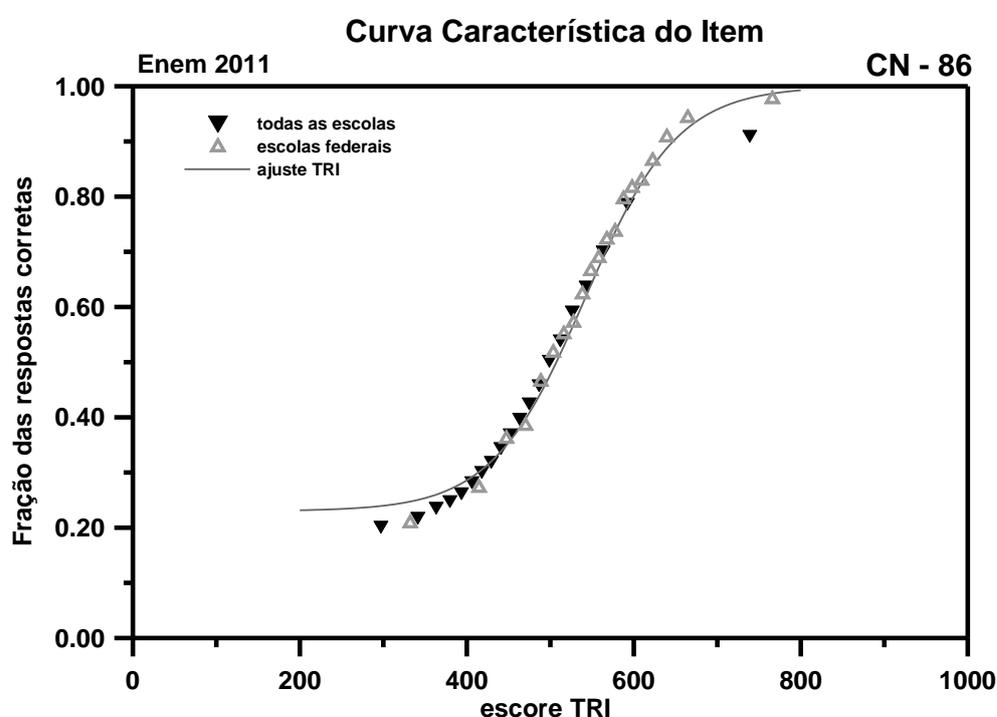
Competência e Habilidade verificadas no Item:

Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

6H23 – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas. (Observação: o INEP classifica esta questão como H20.)

Percentual de marcações no gabarito e distratores:

86	CONCLUINTES	PARTICIPANTES
A	9,85	9,88
B	12,94	12,71
C	43,83	42,87
D	12,11	12,43
E	20,67	21,51
Branco	0,44	0,43
Invalido	0,16	0,17
TOTAL	100,00	100,00



Discussão Geral sobre o Item:

A CCI indica este item de moderada dificuldade de resolução por parte dos estudantes (cerca de 540 pontos). A CCI também indica que este item discrimina os estudantes com escore acima de 460 pontos e possui um percentual de acerto casual em cerca de 23%.

A tabela de marcação do gabarito e dos distratores revela que este item possui o maior percentual de acerto dentre os itens de Física do ENEM 2011.

Comentários finais

A discussão dos itens apresentada revela que para os estudantes concluintes do ensino médio no país todas as questões de Física da prova do ENEM 2011 são difíceis, independentemente do tema abordado.

Verifica-se que nesta prova há, como comentado por Gonçalves Jr e Barroso (2014), um não alinhamento entre temas usualmente abordados no ensino médio e a distribuição dos itens segundo os objetos de conhecimento. A partir da Matriz de Referência, pode-se, numa classificação inicial, apresentar uma relação entre os grandes temas dos objetos de conhecimento e os itens.

Os itens que se referem ao grande tema “O movimento, o equilíbrio e a descoberta das leis físicas” são os de número 54, 73, 77 e 78 (4 em 15); para o tema “Energia, trabalho e potência”, temos o item 86 e, numa avaliação mais aberta, o item 80 (2 em 15); para o tema “Fenômenos elétricos e magnéticos”, os itens 56, 60 e 70 (3 em 15); no tema “Oscilações, ondas, óptica e radiação”, há os itens 63, 67, 74, 84 (4 em 15); e no tema “O calor e os fenômenos térmicos”, são dois (2 em 15) os itens: 46 e 66, ambos versando sobre a segunda lei da termodinâmica em caráter conceitual. Não há itens que possam ser facilmente classificados no tema “Conhecimentos básicos e fundamentais”, bem como sobre o tema “A mecânica e o funcionamento do universo”. O excesso de itens em temas pouco abordados, ou abordados rapidamente ao final do ensino médio (fenômenos eletromagnéticos, ondas e radiação, bem como a segunda lei da termodinâmica) pode fornecer uma primeira explicação para os resultados encontrados nos itens.

Esses resultados certamente podem ser aprofundados e suas discussões ampliadas.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. **Teoria de Resposta ao Item: Conceitos de Aplicações**. São Paulo : ABE - Associação Brasileira de Estatística, 2000.

BARROSO, M. F.; FRANCO, C. Avaliações Educacionais: O Pisa e o Ensino de Ciências. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI, 2008, Curitiba. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xi/sys/resumos/T0103-2.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2014.

ESHUIS, P.; VAN DER WEELE, K.; LOHSE, D.; VAN DER MEER, D. Experimental Realization of a Rotational Ratchet in a Granular Gas. **Physical Review Letters**, 104.248001, jun. 2010.

GONÇALVES Jr, W.P.; **Avaliações em Larga Escala e o Professor de Física**. 2012. 220 f. Dissertação de Mestrado do Programa de Ensino de Física – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012. Disponível em:<http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Wanderley_Goncalves/dissertacao_Wanderley_Goncalves.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2013.

GONÇALVES Jr.,W.P; BARROSO, M.F. As questões de física e o desempenho dos estudantes no ENEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Brasil, v. 36, n. 1, 1402, 2014.