

Taxonomia de Bloom Revisada e sua relação com o desempenho nos itens de física do ENEM

Bloom's revised taxonomy and its relationship to performance in ENEM physics items

Renato Pacheco Villar

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática –
Universidade Estadual de Campinas / Colégio Bandeirantes
renatopvillar@gmail.com

Tayna Mioni Nakamura

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática –
Universidade Estadual de Campinas
taynanakamura@gmail.com

Maurício Urban Kleinke

Instituto de Física "Gleb Wataghin" – Universidade Estadual de Campinas
kleinke@ifi.unicamp.br

Resumo

Em 1948, um grupo de examinadores universitários desenvolveu uma taxonomia de objetivos educacionais para orientar mudanças nas avaliações de forma que fosse possível gerar relatórios comparativos entre os resultados das diversas universidades, que ficou conhecida como Taxonomia de Bloom. Passadas algumas décadas, tal taxonomia precisava de revisão e, em 1995, Anderson e outros pesquisadores propuseram a Taxonomia de Bloom Revisada (TBR), a qual se apresenta como uma possibilidade de tornar o planejamento, a execução e a avaliação das aprendizagens um processo mais operativo. Encontra-se na literatura classificações dos itens de física do Novo ENEM de acordo com a TBR. Uma vez que tais categorias apresentam uma hierarquização de complexidade e abstração, é razoável supor que o desempenho em um item tenha forte relação com a sua classificação. O objetivo deste trabalho é verificar se o desempenho nos itens de física tem relação direta com o nível de processo cognitivo exigido.

Palavras chave: Taxonomia de Bloom Revisada, ENEM, índice de dificuldade.

Abstract

In 1948 a group of college and university examiners developed a framework for classifying student learning outcomes to promote changes in assessments so that it was possible to generate comparative reports between the results of different universities, which became known as Bloom's Taxonomy. This taxonomy needed revision and, in 1995, Anderson and other researchers proposed the Revised Bloom Taxonomy (TBR), which presents itself as a possibility to make the preparation and execution of learning assessments more operational. It is found in the literature classifications of the physics items of the New ENEM according to the

TBR. Since these categories have a hierarchy of complexity and abstraction, it is reasonable to assume that the performance in an item has a strong relationship with its classification. The objective of this work is to verify if the performance in physics items is directly related to the level of cognitive process required.

Key words: Revised Bloom Taxonomy, ENEM, difficulty index.

Introdução

Em 1948, um grupo de pesquisadores responsável por avaliações das universidades norte americanas acreditava ser possível criar uma estrutura comum para classificar os resultados obtidos em processos de avaliação da aprendizagem dos alunos entre as diversas universidades (BLOOM et al., 1956). Para isso, desenvolveram uma taxonomia de objetivos educacionais para orientar mudanças na estrutura dos itens dos testes de avaliação e nos objetivos desses testes, padronizando as avaliações de forma que fosse possível gerar relatórios comparativos entre os resultados das diversas universidades.

Quando nos referimos a uma taxonomia no campo da educação, o que estamos classificando são os objetivos educacionais. As descrições destes objetivos são feitas por meio de uma estrutura que contém um verbo, o qual descreve um processo cognitivo, e um substantivo, o qual está relacionado a uma estrutura de conhecimento que o estudante deve obter ou um construto (ANDERSON et al., 2001).

Passadas algumas décadas, tal taxonomia precisou ser revista. Com o objetivo de facilitar e clarificar a comunicação dos professores sobre o que se pretendia que os alunos aprendessem como resultado de suas aulas, ou seja, os objetivos educacionais, um grupo de pesquisadores formado por psicólogos, educadores, especialistas em currículos, especialistas em avaliação, etc. relacionaram aspectos do desenvolvimento cognitivo com competências e habilidades a fim de atribuírem uma nova dimensão à taxonomia original proposta por Bloom. Ela estrutura os processos cognitivos e associa-os a determinados conteúdos, auxiliando a evidenciar os objetivos educacionais (ANDERSON et al., 2001; AIRASIAN, 2002).

Os pesquisadores relacionaram os aspectos de desenvolvimento cognitivo, competência e habilidade de forma a atribuírem característica bidimensional à taxonomia original de Bloom. A partir da definição de bidimensionalidade, foram combinados o tipo de conhecimento a ser adquirido (Dimensão do conhecimento) e o processo utilizado para a aquisição desse conhecimento (Dimensão do processo cognitivo) (...). (SILVA; MARTINS, 2014, p. 191)

Isso é, a Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) é bidimensional, combinando uma dimensão que atribui um nível ao conhecimento a ser adquirido (Dimensão do conhecimento), a outra que atribui um nível ao processo cognitivo utilizado para a aquisição desse conhecimento (Dimensão do processo cognitivo). Reproduzimos no Quadro 1 uma síntese das dimensões que compõe a TBR.

Os resultados apresentados por Silva e Martins (2014) sugerem que as questões de física do ENEM privilegiam o nível de conhecimento conceitual. Ou seja, os candidatos, além de dominarem os conteúdos básicos, devem fazer uma inter-relação desses conteúdos num contexto mais elaborado. Em relação aos processos de cognição, o nível mais privilegiado da TBR foi o entender. Nesse nível de cognição, os discentes devem estabelecer conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido.

Quadro 1: Dimensões do conhecimento na Taxonomia de Bloom Revisada (TBR)

Dimensões do conhecimento		
Categoria	Descrição	Subcategorias
Conhecimento efetivo	Relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar.	Conhecimento da terminologia; conhecimento de detalhes e elementos específicos.
Conhecimento conceitual	Relacionado à inter-relação dos elementos básicos num contexto mais elaborado.	Conhecimento de classificação e categorização; conhecimento de princípios e generalizações; conhecimento de teorias, modelos e estruturas.
Conhecimento procedural	Relacionado ao conhecimento de “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas.	Conhecimento de conteúdos específicos, habilidades e algoritmos; conhecimento de técnicas específicas e métodos; conhecimento de critérios e percepção de como e quando usar um procedimento específico.
Conhecimento metacognitivo	Relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e à consciência da amplitude e da profundidade de conhecimento sobre um conteúdo.	Conhecimento estratégico; conhecimento sobre atividades cognitivas, incluindo contextos preferenciais e situações de aprendizagem (estilos); autoconhecimento.
Dimensões dos processos cognitivos		
1. Lembrar: Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos.		
2. Entender: Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido.		
3. Aplicar: Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova.		
4. Analisar: Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes e entender a inter-relação existente entre as partes.		
5. Avaliar: Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia.		
6. Criar: Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos.		

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010) apud Silva e Martins (2014)

Para estudar a relação entre desempenho dos candidatos do exame e nível taxonômico dos itens de física, utilizaremos neste trabalho a classificação dos itens segundo a TBR feita por Silva e Martins (2014) para os anos de 2012 e 2013. Apresentamos no Quadro 2 a classificação dos itens de física realizada por esses autores. Os itens serão identificados pelo código no formato “ano_item”, no qual o primeiro número indica o ano de aplicação do item e o segundo é o número do item no caderno azul.

Na TBR, as categorias são “ordenadas com certa hierarquia de complexidade e abstração, de modo que atingir uma categoria significa dominar as antecessoras, podendo ocorrer entrelace” (SILVIA; MARTINS, 2014, p. 192). Dessa forma, é possível supor que, quanto mais complexo o nível taxonômico de um item, maior a chance de o aluno errá-lo. Nosso objetivo com este trabalho é verificar se o grau de facilidade das questões tem relação direta com o nível de processo cognitivo exigido para responder o item, dentro da TBR. Com base nisso, a pergunta de pesquisa deste trabalho é: **O nível taxonômico exigido no item de física das provas do ENEM de 2012 e 2013 influencia o desempenho de concluintes do ensino médio?**

Quadro 2: Itens de física do ENEM 2012 e 2013 (caderno azul) classificados segundo a TBR

Dimensão do conhecimento	Dimensões dos processos cognitivos					
	1. Lembrar	2. Entender	3. Aplicar	4. Analisar	5. Avaliar	6. Criar
Conhecimento efetivo / factual	12_64, 12_67, 13_48, 13_51	12_67, 12_83, 13_52, 13_79	12_67, 12_83, 13_52, 13_79			
Conhecimento conceitual / princípios	12_47, 12_50, 12_71, 12_84, 12_88	12_50, 12_55, 12_60, 12_71, 12_73, 12_74, 12_78, 12_84, 12_88, 13_46, 13_56, 13_57, 13_66, 13_72, 13_76, 13_82	12_47, 12_55, 12_60, 12_71, 12_73, 12_78, 13_56, 13_57, 13_66, 13_72, 13_76, 13_82, 13_87	12_74, 13_87		
Conhecimento procedural	12_54, 12_72	12_54, 12_61, 12_72, 12_77, 13_61, 13_65, 13_75, 13_83, 13_85, 13_89	12_77, 13_61, 13_65, 13_75, 13_83, 13_85, 13_89	12_77, 13_85		
Conhecimento metacognitivo						

Fonte: Adaptado de Silva e Martins (2014, p. 197)

Metodologia

Com a finalidade de caracterizar os itens de física previamente selecionados e categorizados na TBR, determinamos seus índices de dificuldade (pontuação ou *score*), que chamaremos por índice de facilidade do item (*IFI*), relacionado à Teoria Clássica dos Testes (ALAGUMALAI; CURTIS; HUNGI, 2005).

O *IFI* é dado pela fração de alunos que assinala a alternativa correta no item, ou seja, $IFI = \frac{n_c}{N}$, onde n_c é o número de candidatos que escolheram a alternativa correta e N o número total de candidatos. Com valor entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1, mais fácil um item é considerado (BAO; REDISH, 2001). Adotaremos o critério de Bao e Redish (2001), segundo o qual itens com $0 < IFI < 0,4$ podem ser considerados de baixa facilidade, já $0,4 < IFI < 0,7$ são de média facilidade e $0,7 < IFI < 1$, alta facilidade.

Tal índice foi calculado a partir dos microdados das aplicações das provas do ENEM de 2012 e 2013 divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Ao tratar os dados, adotamos como referência os cadernos de prova azuis dos respectivos anos e restringimos nosso universo amostral aos candidatos do ENEM que eram concluintes do ensino médio no ano em que prestaram o exame e que não foram desclassificados (não zeraram a redação ou a prova de algum dos dias). Então, avaliamos a relação entre o *IFI* dos itens de física e sua classificação segundo a TBR proposta por Silva e Martins (2014) determinando a média do *IFI* para cada nível taxonômico.

Resultados e Discussão

Inicialmente calculamos *IFI* dos itens de física das provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM aplicadas em 2012 e 2013 selecionados por Silva e Martins (2014). Os valores encontram-se na Tabela 1.

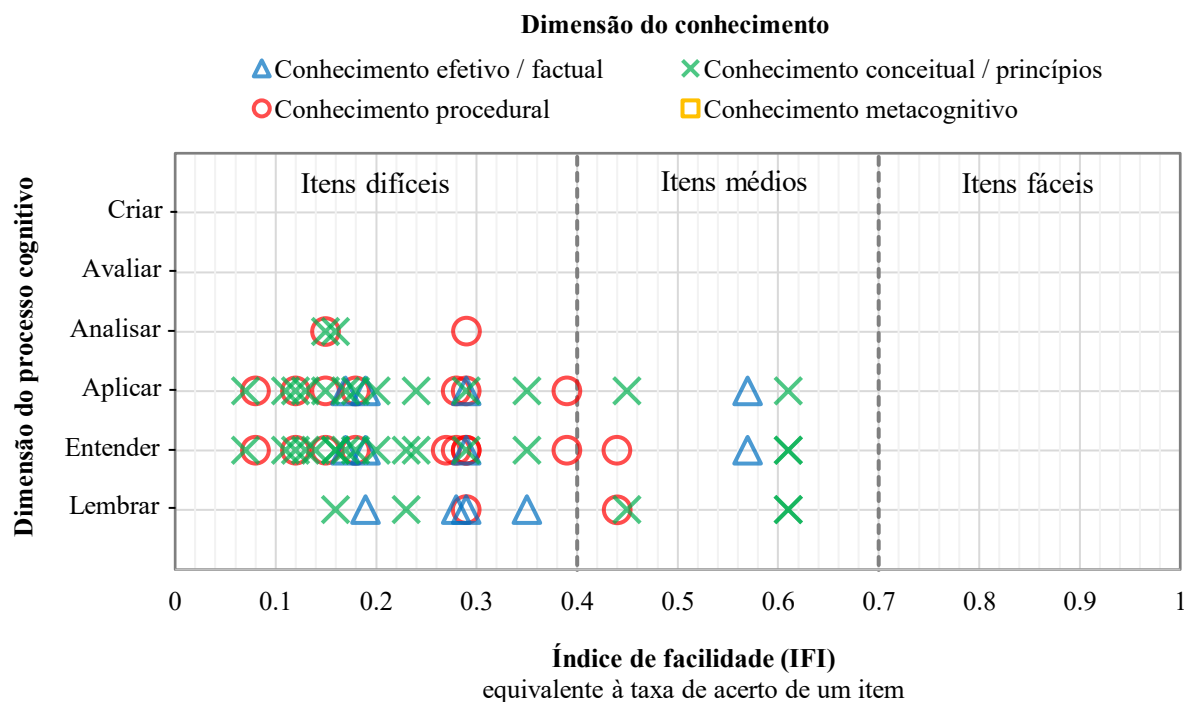
Tabela 1: Índice de Facilidade (IFI) dos itens de física do ENEM de 2012 e 2013

Ano 2012 (1.089.116 candidatos concluintes do ensino médio)				Ano 2013 (1.190.007 candidatos concluintes do ensino médio)			
Item	IFI	Item	IFI	Item	IFI	Item	IFI
12_47	0,45	12_72	0,44	13_46	0,14	13_72	0,13
12_50	0,61	12_73	0,17	13_48	0,19	13_75	0,08
12_54	0,29	12_74	0,16	13_51	0,35	13_76	0,20
12_55	0,07	12_77	0,29	13_52	0,57	13_79	0,19
12_60	0,24	12_78	0,29	13_56	0,12	13_82	0,35
12_61	0,27	12_83	0,17	13_57	0,11	13_83	0,12
12_64	0,28	12_84	0,23	13_61	0,28	13_85	0,15
12_67	0,29	12_88	0,16	13_65	0,18	13_87	0,15
12_71	0,61			13_66	0,18	13_89	0,39

Fonte: Produzido pelos autores a partir dos microdados do ENEM

A partir da Tabela 1, da classificação dos itens na TBR proposta por Silva e Martins (2014) disponível no Quadro 2 e dos critérios de Bao e Redish (2001) para classificação da dificuldade do item, construímos o gráfico da Figura 1. Nele, é possível observar a relação entre dificuldade dos itens e os diferentes níveis taxonômicos da TBR.

Figura 1: Gráfico do índice de facilidade (IFI) dos itens de física do ENEM 2012 e 2013 classificados segundo a TBR

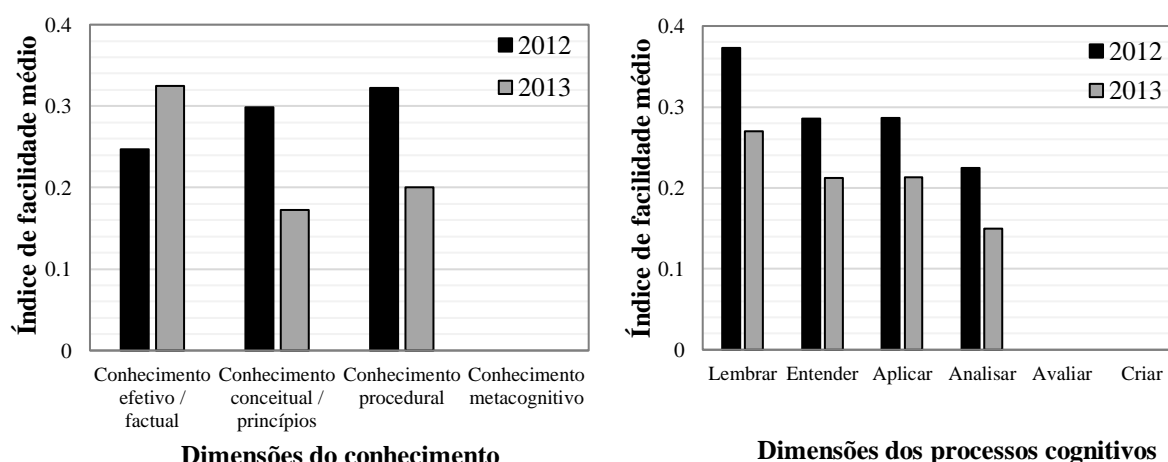


Fonte: Produzido pelos autores a partir dos microdados do ENEM e a categorização dos itens na TBR de Silva e Martins (2014)

Verificamos que, independentemente do nível taxonômico, nenhuma questão de física se enquadra na região de “itens fáceis”. A maioria dos itens é classificada como difícil, havendo apenas alguns classificados como de dificuldade média. Embora possamos perceber que a amplitude de dificuldade dos itens de conhecimento efetivo/factual seja menor, observa-se que os itens das mais diversas dificuldades se distribuem entre os níveis taxonômicos. Portanto, o que se observa é uma fraca ou inexistente correlação entre a taxa de acerto do item e o seu nível taxonômico.

Além disso, calculamos o *IFI* médio para cada uma das classificações das duas dimensões da TBR (gráficos da Figura 2). A partir desses dados, identificamos que parece existir uma relação entre a dimensão dos processos cognitivos e o *IFI* médio. Quanto mais alta a categoria da dimensão dos processos cognitivos, mais difíceis os itens tendem a ser. Já para o caso da dimensão do conhecimento, uma relação da mesma natureza não foi identificada.

Figura 2: Gráficos dos índices de facilidade médios dos itens segundo a Dimensão do conhecimento (à esquerda) e as Dimensões dos processos cognitivos (à direita)

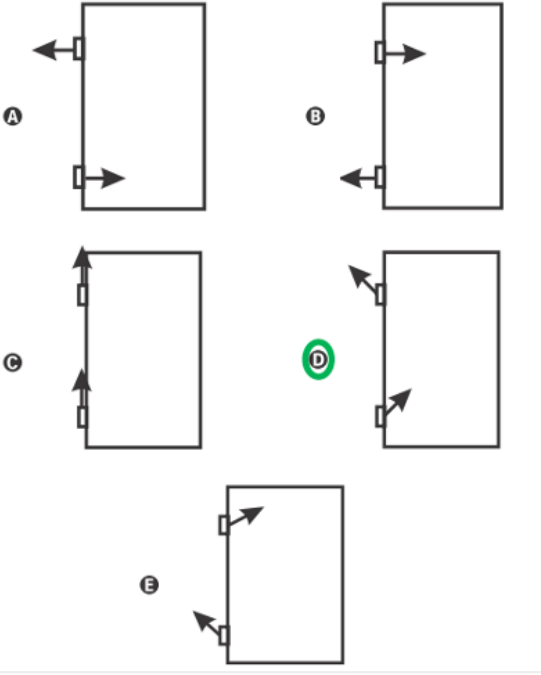
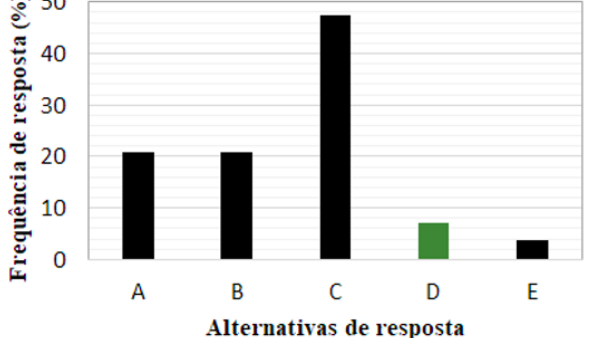
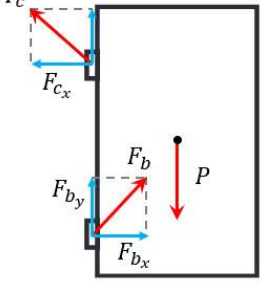


Fonte: Produzido pelos autores a partir dos microdados do ENEM e a categorização dos itens na TBR de Silva e Martins (2014)

Podemos aferir que, apesar desta classificação ajudar o professor a identificar quais habilidades mais exigidas dos candidatos para a resolução de problemas nos exames de larga escala, ela não parece ter relação direta com a dificuldade das questões. Ou seja, a classificação é importante, mas não explica sozinha o desempenho no exame.

De acordo com a Quadro 2, o item com maior *IFI* (12_71) e o item de menor *IFI* (12_55) encontram-se no mesmo nível taxonômico. Observa-se também que umas das questões classificadas no maior nível taxonômico da prova (12_77) apresenta mesmo *IFI* que uma das classificadas no menor nível taxonômico (12_64) e é mais fácil que outra da mesma categoria (13_48), o que corrobora com nossa leitura de que não é a categorização do item na TBR o fator mais influente no desempenho dos candidatos no ENEM. Para além da categoria taxonômica, outros fatores também podem influenciar no desempenho dos candidatos em cada item. A fim de ilustrar essas inferências, analisaremos os itens 12_55 e 12_71. Ambos apresentam a mesma classificação na TBR de acordo com Silva e Martins (2014), porém o item 12_55 é o que possui menor taxa de acerto da prova de física e o item 12_71, o que possui a maior taxa de acerto.

Quadro 3: Análise do item 12_55. Apresentação do item, distribuição das respostas dos concluintes do Ensino Médio, resolução, análise do distrator principal e comentário

<p>QUESTÃO 55</p> <p>O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.</p> <p>No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em</p> 	<p>Distribuição das respostas dentre as alternativas</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Frequência de resposta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Frequência de resposta (%)	A	20	B	20	C	48	D	8	E	4
Alternativa	Frequência de resposta (%)												
A	20												
B	20												
C	48												
D	8												
E	4												
<p>Análise do distrator principal (alternativa C)</p> <p>Nesta alternativa aparecem apenas forças contrárias ao peso da porta. Os candidatos parecem considerar a porta como um ponto material, de forma que, para a força resultante ser zero, é necessário que as dobradiças façam uma força juntas de mesma intensidade e direção do peso, porém no sentido oposto. Segundo Kleinke (2017, p. 14), “a porta presa às dobradiças é vista de forma similar a uma ‘porta pontual’, como uma partícula pontual sustentada por um fio”.</p>	<p>Resolução</p> <p>Para que a porta esteja em repouso, é necessário que a força resultante sobre ela seja zero. A porta é um corpo extenso e, portanto, o torque total também deve ser zero. Portanto, as forças horizontais devem se anular, bem como as verticais. Na vertical, as dobradiças de cima (c) e de baixo (b) devem anular a força peso da porta, que é aplicada no centro de massa da mesma. Na horizontal, a força aplicada por uma dobradiça deve ser anulada pela outra, impedindo o movimento de rotação da porta. A figura mostra as componentes horizontal e vertical das forças exercidas por cada dobradiça. Portanto, o diagrama vetorial adequado é o da alternativa D.</p> 												
<p>Comentário</p> <p>Apesar de se tratar de uma contextualização cotidiana para todos os candidatos, o item exige do aluno um raciocínio pouco comum. Não é habitual pensar na rotação da porta na vertical, fazendo com que talvez poucos candidatos tenham pensado nisso. Segundo Kleinke (2017, p. 14). “esse item sugere que os temas cotidianos, os quais aparentemente são de conhecimento de todos os candidatos, costumam apresentar um elevado grau de dificuldade, pois a transposição dos conceitos físicos de modelos para o mundo real é uma tarefa difícil”.</p> <p>Neste item, não basta “lembrar” e “entender” os conceitos de física, mas também é necessário “aplicá-los” em uma situação pouco trabalhada no ensino médio. Porém, segundo a classificação de Silva e Martins (2014), não é necessária a aplicação algorítmica de um modelo, mas a consciência de sua existência. Portanto, trata-se de um item classificado na TBR como de conhecimento conceitual e de processo cognitivo “aplicar”.</p>													

Fonte: Produzido pelos autores a partir dos microdados do ENEM (INEP, 2012)

Quadro 4: Análise do item 12_71. Apresentação do item, distribuição das respostas dos concluintes do ensino médio entre as alternativas, resolução e comentário

<p>QUESTÃO 71</p> <p>Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.</p> <p>De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia</p> <p><input type="radio"/> A dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.</p> <p><input type="radio"/> B solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.</p> <p><input type="radio"/> C nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.</p> <p><input type="radio"/> D hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.</p> <p><input checked="" type="radio"/> E eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.</p>	<p>Distribuição das respostas dentre as alternativas</p> <table border="1"> <caption>Distribuição das respostas dentre as alternativas</caption> <thead> <tr> <th>Alternativa</th> <th>Frequência de resposta (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	Alternativa	Frequência de resposta (%)	A	10	B	10	C	10	D	10	E	60
Alternativa	Frequência de resposta (%)												
A	10												
B	10												
C	10												
D	10												
E	60												
<p>Comentário</p> <p>Este item não apresenta distratores e, apesar de ser considerado dentro da área de física, trata-se de um exercício de conhecimentos gerais, no qual toda a informação necessária para sua resolução se encontra no enunciado. O candidato deve saber apenas os princípios básicos de funcionamento de cada um dos tipos de usina para responder corretamente. Este tipo de conhecimento é trabalhado não só na disciplina de física, mas também nas outras áreas da ciência ou na disciplina de Geografia.</p> <p>De qualquer forma, trata-se de um item classificado por Silva e Martins (2014) na TBR como de conhecimento conceitual e processo cognitivo “aplicar”. Nele, o aluno deve reconhecer o conceito para resolver o problema, não bastando apenas “lembrar” e “entender” o funcionamento das usinas, sendo necessário também interpretar o problema dado e “aplicar” os conceitos básicos em um novo contexto.</p>	<p>Resolução</p> <p>Pelas características do país:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plano: poucos desníveis impossibilita a instalação de hidroelétricas • Chuvoso: pouco Sol é uma condição desfavorável para implementação do uso da energia solar. • Pequeno: o fato de o país ser pequeno faz com que o uso de biocombustíveis seja menos viável, pois exige grandes áreas. • Ventos constantes: é favorável a implementação de matriz eólica. <p>Podemos concluir que a energia eólica é a mais recomendada com menores riscos ambientais.</p>												

Fonte: Produzido pelos autores a partir dos microdados do ENEM (INEP, 2012)

Ambos os itens são qualitativos e enquadrados como “aplicar” conhecimento de forma conceitual, segundo a categoria mais alta a que são atribuídos por Silva e Martins (2014). Dessa forma, para suas resoluções é necessário o conhecimento de princípios e generalizações, bem como executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Entretanto, como vimos, possuem taxa de acerto muito distintas.

Conclusão

Apesar de parecer existir, em média, uma relação entre o *IFI* e a dimensão do processo cognitivo, a TBR não explica por si só o desempenho do candidato em um determinado item. Contexto, conteúdo específico de física e a forma como o item é apresentado são fatores que também podem influenciar no desempenho do candidato. Itens que envolvem conceitos exclusivamente trabalhados na disciplina de física, voltados principalmente para pessoas especialistas nessa disciplina e que costumam divergir do senso comum são considerados mais difíceis comparado a itens que, apesar de precisarem de conceitos de física, coincidem a resposta com o senso comum. Desta forma, os processos cognitivos, por mais sofisticados que sejam, parecem influenciar menos no desempenho dos candidatos que outros fatores.

Entendemos que a classificação por TBR contribui para os professores compreenderem os objetivos educacionais avaliados pelos itens. Porém, essa classificação não é suficiente para compreendermos os desempenhos dos candidatos, uma vez que as avaliações externas, como o ENEM, apresentam muitos itens avaliando conteúdos específicos, cujas especificidades devem ser consideradas para compreender o desempenho dos alunos.

Referências

- AIRASIAN, P. W.; MIRANDA, H. The Role of Assessment in the Revised Taxonomy. **Theory into practice**, v. 41, n. 4, p. 249-254, 2002.
- ALAGUMALAI, S.; CURTIS, D. D.; HUNGI, N. Classical test theory. In: **Applied Rasch measurement: A book of exemplars**. Dordrecht: Springer, 2005. p. 1-14.
- ANDERSON, L. W. et al. **A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. New York: Longman, 2001.
- BAO, L.; REDISH, E. F. Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. **American Journal of Physics**, v. 69, n. S1, p. S45-S53, 2001.
- BLOOM, B. S. (ed) et al. **Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. Handbook I: cognitive domain**. New York: Longmans, 1956.
- INEP. **Microdados ENEM 2012**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>. Acesso em: 26 fev. 2019.
- INEP. **Microdados ENEM 2013**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/microdados>>. Acesso em: 26 fev. 2019.
- KLEINKE, M. U. Influência do status socioeconômico no desempenho dos estudantes nos itens de física do Enem 2012. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 2, e2402, 2017.
- SILVA, V. A. da, MARTINS, M. I. Análise de questões de física do ENEM pela taxonomia de Bloom revisada. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 189-202, 2014.