

Análise da complexidade de itens do ENADE à luz da Taxonomia de Bloom Revisada: contributos ao ensino de Física⁺*

*João Paulo de Castro Costa*¹

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – Campus Timóteo

*Maria Inês Martins*²

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Belo Horizonte – MG

Resumo

A avaliação do Ensino Superior no Brasil é realizada pelo Sistema Nacional de Educação Superior (SINAES), que tem como um de seus indicadores o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE). Neste trabalho foram analisados 120 (cento e vinte) itens objetivos e discursivos das provas ENADE para a Licenciatura em Física, nas edições de 2005, 2008, 2011 e 2014, buscando estudar a sua complexidade pela Taxonomia de Bloom Revisada (TBR). A TBR apresenta uma proposta de classificação bidimensional cruzando uma dimensão do conhecimento, isto é, “o que” o estudante deve saber para resolver a tarefa proposta, com os processos cognitivos envolvidos na resolução da tarefa proposta, refletindo “como” o problema é resolvido. Para a TBR o conhecimento pode ser compreendido nas dimensões: efetivo, conceitual, procedural e metacognitivo, que tratam, respectivamente, de conhecimentos básicos de terminologia, conhecimentos de conceitos, conhecimentos de metodologia procedimental e conhecimentos reflexivos e analíticos sobre a escolha para resolver a tarefa. Os processos cognitivos, apresentados por verbos na TBR, classificam quais habilidades o estudante requer para resolver a tarefa: lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar. Para discriminar as capacidades requeridas nos itens discursivos, foram observados os

⁺ Analysis of the ENADE items complexity based on the Revised Bloom Taxonomy: contributions to physics teaching

^{*} Recebido: dezembro de 2016.

Aceito: junho de 2017.

¹ E-mail: joapaulo.fisico@gmail.com, ² E-mail: ines@pucminas.br

padrões de respostas divulgados pelo MEC e, nos itens de múltipla escolha, a nossa resolução das questões. Em seguida, os itens foram alocados na tabela bidimensional proposta pela TBR, a qual nos fornece um panorama de cada prova. Observa-se na dimensão do conhecimento que apenas 17 (14%) dos itens avaliados nas quatro edições do exame estão no domínio do conhecimento efetivo, enquanto que 103 (86%) dos itens requerem os domínios do conhecimento conceitual e procedural (procedimental), os quais exigem níveis de maior complexidade. Entende-se tal resultado como compatível com o papel estratégico do ENADE como indicador balizador da qualidade do Ensino Superior Brasileiro. Pretende-se ampliar a atualização de docentes de Física do ensino superior acerca do Exame, possibilitando-lhes refletir sobre os aspectos da cognição envolvidos no ENADE, na perspectiva proposta pela TBR, incorporando seus pressupostos em sua práxis.

Palavras-chave: *ENADE; Licenciatura em Física; Taxonomia de Bloom Revisada; Dimensão do Conhecimento; Processo Cognitivo.*

Abstract

The National Student Performance Exam (ENADE) is the main component of the National Higher Education Evaluation System (SINAES) that deals with the Brazilian Higher Education Degrees. This article deals with 120 (one hundred and twenty) objectives and discursive items from four ENADE editions for Teaching Physics Degree, applied in 2005, 2008, 2011 and 2014. We search for the Exam complexity throughout cognitive aspects mobilized to solve each item, according to the Bloom Taxonomy Revised (BTR). The BTR proposes a two-dimensional matrix classification that crosses a knowledge dimension, which means, “what” students must know in order to answer the questions, with the cognitive process involved in the task, reflecting “how” the problem was solved. According the BTR theory, the knowledge has been understood in the dimensions: effective, conceptual, procedure and metacognitive, which deals, respectively with basics terminology knowledge, concepts knowledge, procedure methodology knowledge and reflexive/analytical knowledge. The cognitive process described in verbs at the BTR presents the student’s skills in the resolutions ranked as: to remember, to understand, to apply, to analyze, to evaluate and to create. To classify discursive items, pattern answers were used, and to classify multiple choice items, our resolutions of the questions were used. The items were located at the two-dimensional

BTR matrix, which gives us an Exam complexity overview. We observe that only 17 (14%) items are in the effective knowledge domain, while 103 (86%) items require the conceptual and procedure knowledge domain, which demands higher complexity. We consider these results compatible with the ENADE role as a Higher Brazilian Education quality referential. We intend to update Physics professor throughout Physics Teaching Examination in order to increase their commitment to the Higher Education Evaluation. We also believe that understanding the examination could help them to reconsider ENADE cognition aspects, based on the BTR perspective, incorporating new assumptions in their praxis.

Keywords: *ENADE; Teaching Physics Degree; Bloom Taxonomy Revised; Knowledge Domain; Cognitive Process.*

I. Introdução

A avaliação dos cursos superiores no Brasil integra-se ao Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), implantado pela Lei 10.861/2004 (BRASIL, 2004), com o objetivo de regular e qualificar a Educação Superior. O Ministério da Educação (MEC) acompanha as Instituições de Ensino Superior (IES) e seus cursos, sendo uma preocupação das IES adequar-se às exigências do Ministério. Um dos componentes do SINAES, o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), consiste em uma prova que avalia o rendimento de alunos concluintes dos cursos de graduação e estrutura-se a partir de conteúdos, competências e habilidades previstas nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos:

O ENADE será realizado pelo INEP, sob a orientação da CONAES, e contará com o apoio técnico de Comissões Assessoras de Área... O INEP constituirá um banco de itens, elaborados por um corpo de especialistas, conforme orientação das Comissões Assessoras de Área, para composição das provas do ENADE (BRASIL, 2011).

O índice de facilidade dos itens objetivos do ENADE é conhecido cerca de um ano após sua aplicação, por ocasião da divulgação pelo MEC do Relatório-síntese do Exame que, entre outros aspectos, classifica as questões em fácil, média e difícil, conforme percentual de acertos. O resultado do ENADE é determinante na composição do Conceito Preliminar de Curso (CPC), indicador regulador da renovação do reconhecimento dos cursos de Graduação, e tem mobilizado os gestores na compreensão do Exame (CANAN; ELOY, 2016; FELDMAN; SOUZA; HEINZLE, 2016).

Devido à sua relevância no contexto da regulação da Educação Superior, verifica-se o interesse crescente de pesquisadores e de docentes universitários em entender a complexidade

do ENADE. O exame trienal avaliou os cursos de Física pela primeira vez em 2005 e CAVALCANTE *et al.* (2009) realizam uma análise das questões objetivas da prova de Licenciatura em Física, avaliadas nesse ano, refletindo, a partir das DCN, sobre a relação entre a teoria e a prática docente. Os autores identificam em cada questão: *o conhecimento do conteúdo de Física, o conhecimento pedagógico ou as duas competências*. Na mesma perspectiva, HIGA *et al.* (2010, 2012) analisam as questões objetivas e discursivas do ENADE 2005 e 2008, categorizando-as em *conhecimento do conteúdo (de Física)* e em *conhecimentos pedagógicos do conteúdo*, este nas subcategorias: “documentos curriculares”, “estratégias didáticas” e “conhecimento prévio dos aprendizes”. Ambos os trabalhos indicam um privilégio na avaliação de conteúdos de Física, em detrimento do conhecimento pedagógico.

Além das pesquisas sobre as provas específicas de Física, observam-se trabalhos em outras áreas que buscam compreender a complexidade da prova, através de modelos de funcionamento diferencial (PRIMI *et al.*, 2010), da teoria da resposta ao item (LOPES; VENDRAMINI, 2013; 2015), além de livro (NICOLINI; ANDRADE, 2015) e inúmeros artigos que procuram compreender as dimensões do conhecimento e os processos cognitivos envolvidos no ENADE e em exames concernentes ao ensino superior à luz da Taxonomia de Bloom Original e Revisada (PINHEIRO *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2016; OLIVEIRA; PONTES; MARQUES, 2016; BÓRNEA; GONÇALVES; PADOVANI, 2014). Entende-se, portanto que a Taxonomia de Bloom consolida-se como uma perspectiva cognitiva de análise de questões, o que se propõe no presente trabalho para os itens de Licenciatura em Física do ENADE.

A Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) permite reconhecer o conhecimento requerido, em uma tarefa, na dimensão do conhecimento [*efetiva, conceitual, procedural e metacognitivo*] e no(s) processo(s) cognitivo(s) [*lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar e criar*] mobilizado(s) na resolução, materializados numa tabela de classificação bidimensional. Foram analisados os itens da Licenciatura em Física das edições do ENADE (2005, 2008, 2011 e 2014), disponíveis respectivamente em BRASIL (2005, 2008, 2011, 2014). Apresenta-se a classificação pela TBR dos itens das quatro edições do Exame, exemplificando-se o processo de classificação em alguns itens, objetivos e discursivos. Entende-se que essa análise permite ao docente refletir sobre a complexidade das tarefas do Exame, comparada àquelas praticadas nos processos de formação de seu curso.

II. A Taxonomia de Bloom Revisada (TBR)

O termo *taxonomia* vem do grego *taxis*, que significa ordenação, e *nomos*, que se refere a sistema, norma, ou seja, uma taxonomia reflete uma classificação ordenada. Em 1948, Benjamin Bloom e um grupo de especialistas elaboram uma taxonomia com o objetivo de classificar objetos educacionais. Bloom *et al.* (1983) percebem que, em mesmas condições de ensino, todos os alunos aprendem, porém com diferentes níveis de profundidade e abstração, construindo uma taxonomia, conhecida como Taxonomia de Bloom (TB) para os processos cognitivos,

com estrutura hierárquica de domínios (conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese, avaliação). Esta classificação sugere que, após conhecer algo podemos entendê-lo (compreensão) para aplicá-lo em alguma situação e assim por diante. Segundo Ferraz e Belhot (2010, p. 424) a TB “não é apenas um esquema para classificação, mas uma possibilidade de organização hierárquica dos processos cognitivos de acordo com níveis de complexidade e objetivos do desenvolvimento cognitivo desejado e planejado”.

Atendendo às novas perspectivas das pesquisas na área da educação, a TB foi revisitada por especialistas, gerando a Taxonomia de Bloom Revisada (TBR). Enquanto a TB apresenta a classificação hierárquica unidimensional do conhecimento, a TBR possibilita, em uma tabela bidimensional, a interpolação dos objetivos de conhecimento e processos cognitivos da aprendizagem, permitindo, ao professor elaborador de uma tarefa, avaliar “o que” (dimensão do conhecimento) o aluno deve fazer para resolvê-la e “como” (processo cognitivo) deve proceder (Tabela 1).

Tabela 1 – Tabela bidimensional da Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão: Co- nhecimento	Dimensão: processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo/factual						
Conceitual						
Procedural						
Metacognitivo						

Fonte: FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 429.

Seguem as categorias e subcategorias do domínio do conhecimento (Tabela 2):

Tabela 2 – Estrutura da dimensão do conhecimento na Taxonomia de Bloom Revisada.

Categorias	Subcategorias
<u>Conhecimento Efetivo</u> : os conhecimentos básicos que os estudantes devem saber para estarem familiarizados com a disciplina e resolver problemas nela	Conhecimento da Terminologia; e Conhecimento de detalhes e elementos específicos.
<u>Conhecimento Conceitual</u> : as inter-relações entre elementos básicos dentro de uma estrutura maior que as permite funcionar juntas	Conhecimento de classificação e categorização; Conhecimento de princípios e generalizações; e Conhecimento de teorias, modelos e estruturas.
<u>Conhecimento Procedural</u> : como fazer algo; métodos de pesquisa, critérios para usar habilidades, algoritmos, técnicas e métodos.	Conhecimento de conteúdos específicos, habilidades e algoritmos; Conhecimento de técnicas específicas e métodos; e Conhecimento de critérios e

Categorias	Subcategorias
	percepção de como e quando usar um procedimento específico.
<u>Conhecimento Metacognitivo</u> : conhecimento de cognição em geral, bem como de conscientização e conhecimento de sua própria cognição. A ideia principal é utilizar conhecimentos previamente assimilados (interdisciplinares) para resolução de problemas e/ou a escolha do melhor método, teoria ou estrutura.	Conhecimento estratégico; Conhecimento sobre atividades cognitivas incluindo contextos preferenciais e situações de aprendizagem (estilos); e Autoconhecimento. A dimensão do conhecimento relacionada a metacognição.

Fonte: Adaptado de MARCELINO; RECENA, 2012, p. 164; FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 428.

Em função da indisponibilidade das respostas das questões discursivas, não é possível verificar a metacognição no ENADE e a análise desse processo, requerido pelos alunos ao respondê-las, pois não sabemos quais estratégias e mecanismos foram mobilizados na resolução.

Seguem as categorias e subcategorias dos processos cognitivos (Tabela 3):

Tabela 3 – Estrutura da dimensão dos processos cognitivos na Taxonomia de Bloom Revisada.

Categorias	Subcategorias
<u>Lembrar</u> : reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos; busca por uma informação memorizada	Reconhecendo – Reproduzindo
<u>Entender</u> : conectar o novo conhecimento e o previamente adquirido; reproduzir com suas “próprias palavras”	Interpretando – Exemplificando – Classificando Resumindo – Inferindo – Comparando Explicando
<u>Aplicar</u> : execução de um procedimento numa situação específica que pode ser nova.	Executando – Implementando
<u>Analisar</u> : fragmentar a informação em partes importantes (ou não) e inter-relacioná-las.	Diferenciando – Organizando – Atribuindo Concluindo
<u>Avaliar</u> : julgamento da informação baseado padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia	Checando – Criticando
<u>Criar</u> : juntar elementos afim de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo; apresentar ideias novas e originais	Generalizando – Planejando – Produzindo

Fonte: Adaptado de Ferraz; Belhot, 2010, p. 249.

A classificação dos itens pela TBR pautou-se na análise do processo da resolução e na identificação de comandos, realizada pelos autores, determinando o domínio do conhecimento e os processos cognitivos exigidos. Para resolver um item do ENADE o estudante deve demonstrar domínio de uma dimensão do conhecimento (*efetivo, conceitual, procedural* ou *metacognitivo*), usando um ou mais processos cognitivos. Segundo a TBR, *lembrar* é o processo mais simples utilizado na resolução de uma questão, seguido de *entender, aplicar, analisar, avaliar* e *criar*. Todavia, percebem-se alguns itens que dispensam *lembrar* conceitos para *entender* ou *aplicar*; outras questões exigem que o aluno *entenda, aplique* seus conhecimentos e *analise*; outras questões requerem apenas a *análise* ou *avaliação*, como veremos a seguir.

III. Categorização dos itens do ENADE na Taxonomia de Bloom Revisada (TBR)

Conforme discutido anteriormente, a TBR possibilita uma classificação bidimensional da tarefa proposta. Os itens do ENADE (objetivos e discursivos) são apresentados por edição do exame, em tabelas bidimensionais. Essas tabelas foram preenchidas após a análise de cada item, em relação à dimensão do conhecimento (Tabela 2) e aos processos cognitivos (Tabela 3) requeridos na solução da questão. A Tabela 4 apresenta a classificação pela TBR dos itens objetivos do ENADE 2005, com posterior análise e discussão acerca dos conhecimentos e processos envolvidos.

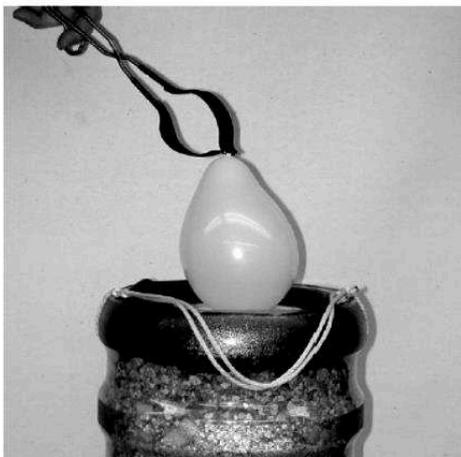
Tabela 4 – Distribuição das questões objetivas do núcleo específico geral e de Licenciatura do ENADE 2005 na Tabela bidimensional Proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão: Conhecimento	Dimensão: processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo	18,29					
Conceitual	24,25	08,11,14, 17,19	08,12,30	17,19,22,31, 32	11,14,30, 31	
Procedural		10,13,15, 21,27	09,10,13,16, 20,21,23,26, 27,28	13,15,16,20, 26	23,28	
Metacognitivo						

Fonte: Dados da pesquisa.

A dimensão do conhecimento *Efetivo*, relacionada ao conhecimento de terminologias e elementos específicos, requer do estudante reproduzir o conhecimento, sem precisar entender ou combinar fatos. Trata-se de questões simples que mobilizam apenas conhecimentos básicos adquiridos ao longo do curso e reproduzidos de forma direta. No ENADE 2005, identifica-se 8% das questões objetivas, avaliando essa dimensão do conhecimento. Exemplifica-se o item 29 (Fig. 1).

29. Suponha que um professor leve à sala de aula as duas fotos abaixo que representam uma bexiga antes e depois de ser imersa em nitrogênio líquido.



(www.physics.lsa.umich.edu/demolab/demo.asp?id=852)

Em seguida, com a participação dos alunos, ele elabora o enunciado de um problema a respeito dessas fotos procurando orientá-los para que levem em consideração todos os aspectos que julga relevantes em função do conteúdo que pretende trabalhar. Essa metodologia é recomendada pelos pesquisadores em ensino de ciências, entre outras razões, por garantir o envolvimento do aluno na resolução do problema, além de desenvolver a habilidade de levantar hipóteses. Neste exemplo, o professor pretende trabalhar o seguinte conteúdo:

- (A) teoria cinética dos gases.
- (B) mudança de fase.
- (C) calor específico de líquidos e gases.
- (D) relação entre escalas termométricas.
- (E) rendimento em um ciclo de Carnot.

Fig. 1 – Questão 29 da Prova Objetiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2005. Fonte: Brasil, 2005 (a).

A questão explora conceitos básicos da termodinâmica contextualizados, sem requerer a mobilização de conhecimentos apurados para sua resolução. A questão encontra-se no nível *efetivo* do conhecimento em que se deve reconhecer uma informação da situação, nesse caso a diminuição do grau de agitação molecular, reproduzindo seu conhecimento usando o processo cognitivo *lembrar*.

O Conhecimento *Conceitual* avalia se o estudante consegue fazer a inter-relação entre conhecimentos básicos adquiridos, em um contexto mais apurado. Esse conhecimento é avaliado em questões que requerem relacionar informações apresentadas com conhecimentos adquiridos. O estudante deve ter conhecimento de princípios e generalizações, teorias e modelos e suas relações com as informações apresentadas. Essa dimensão do conhecimento foi observada em 48% das questões objetivas do ENADE 2005. Exemplifica-se a questão 08 (Fig. 2).

8. Um caminhão de 6 toneladas colidiu frontalmente com um automóvel de 0,8 toneladas. Na investigação sobre o acidente, o motorista do caminhão disse que estava com velocidade constante de 20 km/h e pisou no freio a certa distância do automóvel. Já o motorista do automóvel disse que estava com velocidade constante de 30 km/h no momento da colisão. A perícia constatou que o carro realmente colidiu com a velocidade mencionada e os veículos pararam instantaneamente, ou seja, não se deslocaram após o choque.

Pode-se afirmar que o motorista do caminhão

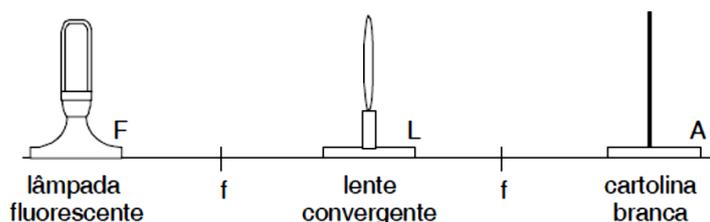
- (A) certamente mentiu, pois se chocou com velocidade constante inicial.
- (B) certamente mentiu, pois acelerou antes do choque.
- (C) pode ter falado a verdade, pois a sua velocidade era nula no momento do choque.
- (D) pode ter falado a verdade, pois a sua velocidade era 4 km/h no momento do choque.
- (E) pode ter falado a verdade, pois a sua velocidade era 15 km/h no momento do choque.

Fig. 2 – Questão 08 da Prova Objetiva do Núcleo Específico de Física do ENADE 2005. Fonte: Brasil, 2005 (a).

A questão requer conhecimento básico de Mecânica, no caso de conservação do momento linear, que deve ser relacionado com informações do enunciado, dispensando saber como realizar o descrito no enunciado ou quais métodos específicos resolvem tal situação. O item

requer, portanto, conhecimento *conceitual*. Sobre os processos cognitivos mobilizados, deve-se *entender* a situação, interpretando-a e *aplicando* conhecimentos específicos na situação proposta. Questões que mobilizam conhecimentos procedurais, ligados ao conhecimento específico de conteúdos, habilidades e algoritmos, bem como técnicas, métodos e procedimentos específicos totalizam 44% das questões objetivas. Exemplifica-se a questão 27 (Fig. 3).

27. A figura representa o esquema de uma montagem experimental didática, na qual F simboliza uma fonte de luz (uma lâmpada fluorescente pequena), L uma lente convergente (lupa) apoiada em um suporte e A um anteparo de cartolina branca.



A atividade consiste em procurar posições de F, L e A de tal forma que seja possível observar a imagem nítida da fonte F projetada sobre o anteparo A por meio da lente L. Sabendo que a lente tem distância focal de 20 cm, pode-se afirmar que uma dessas situações ocorre quando a distância da fonte à lente é de

- (A) 10 cm, e a distância da lente ao anteparo é de 20 cm; nesse caso a imagem aparece direita e menor do que a lâmpada.
- (B) 20 cm, e a distância da lente ao anteparo é de 40 cm; nesse caso a imagem aparece invertida e menor do que a lâmpada.
- (C) 30 cm, e a distância da lente ao anteparo é de 60 cm; nesse caso a imagem aparece invertida e maior do que a lâmpada.
- (D) 40 cm, e a distância da lente ao anteparo é de 80 cm; nesse caso a imagem aparece direita e maior do que a lâmpada.
- (E) 50 cm, e a distância da lente ao anteparo é de 100 cm; nesse caso a imagem aparece direita e menor do que a lâmpada.

Fig. 3 – Questão 29 da Prova Objetiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2005. Fonte: Brasil, 2005 (a).

No domínio do conhecimento *procedural* (ou procedimental) o estudante deve saber como realizar um procedimento, nesse caso, desenvolvendo uma atividade prática no ensino de Física. No que diz respeito aos processos cognitivos mobilizados, o estudante deve *entender* o problema, interpretando a situação descrita e *aplicar* seus conhecimentos de Física na resolução.

Os itens discursivos foram analisados pela TBR tomando como referência o padrão de respostas, disponibilizado nos Relatórios-síntese (Tabela 5).

Tabela 5 – Distribuição das questões discursivas do núcleo específico geral e de Licenciatura do ENADE 2005 na Tabela bidimensional Proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão: Conhecimento	Dimensão: processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo						
Conceitual	08	08	08		08	
Procedural	04	05	04,05,06,07	06	06,07	
Metacognitivo						

Fonte: Dados da pesquisa.

Observamos que os 05 (cinco) itens discursivos exigem domínios do conhecimento mais elevados, sendo apenas 01 (um) item do domínio conceitual e os demais no domínio procedural. Exemplifica-se o item discursivo 07 (Fig. 4).

7. Durante muitos anos, a aplicação exclusiva de longas listas de exercícios foi considerada uma boa estratégia para ensinar Física no ensino médio. Hoje, sabe-se que as longas listas têm eficiência limitada.
- a) Comente as principais limitações dessa estratégia. (valor: 4,0 pontos)
- b) Proponha atividades complementares a essa estratégia. (valor: 3,0 pontos)
- c) Justifique as atividades propostas anteriormente. (valor: 3,0 pontos)

Fig. 4 – Questão 07 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2005. Fonte: Brasil, 2005 (a).

O estudante usa conhecimentos específicos relacionados aos métodos de resolução de problemas de Física, mobilizando o conhecimento *procedural*. O padrão de resposta esperado para a letra (a) (Fig. 5) considera:

- a) O mais importante é dominar as estratégias de resolução de problemas; na resolução de tais listas de exercícios corre-se o risco de tornar a atividade mecânica, favorecendo apenas a memorização. Raramente as listas de exercícios cobrem a totalidade de problemas possíveis; e em geral, não abordam questões cotidianas. Os estudantes nem sempre percebem a importância de resolver uma grande quantidade de problemas. (mais que duas propostas – correção completa, apenas uma proposição, meio item) **(valor: 4,0 pontos)**

Fig. 5 – Padrão de Resposta da letra (a) da Questão 07 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2005. Fonte: Brasil, 2005 (b).

Ao solicitar que o estudante comente as limitações da estratégia da aplicação de longas listas de exercícios, requer o processo cognitivo *aplicar*, implantando conceitos trabalhados nos conteúdos de práticas de ensino, na Licenciatura, na situação descrita, comentando as limitações da estratégia, usando o processo cognitivo *avaliar*, criticando o uso de uma estratégia em detrimento de outra.

- b) Uso de problemas abertos; uso de atividades de problematização; uso de demonstrações investigativas; uso de questões sobre o cotidiano. (mais que duas propostas – correção completa, apenas uma proposição, meio item) **(valor: 3,0 pontos)**

Fig. 6 – Padrão de Resposta da letra (b) da Questão 07 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2005. Fonte: Brasil, 2005 (b).

Ao analisar somente o item (b), poderíamos pensar que o estudante mobilizaria o processo cognitivo *criar*, pois requisita a proposição de uma atividade complementar à estratégia utilizada, o que “*envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos*” (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 429). Entretanto, de acordo com o padrão de respostas (Fig. 6), o item requer do estudante o processo *entender*, o qual, segundo a TBR, deve conectar o novo conhecimento ao adquirido previamente. No processo *entender* “*a informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas ‘próprias palavras*” (FERRAZ; BELHOT, 2010, p. 429), mobilizando no caso, conhecimentos de Prática e Metodologia de Ensino de Física.

- c) Problemas abertos permitem levantamento de hipóteses e proposições de limites e possibilidades; problematização permite que as concepções prévias se manifestem e revelam limitações do conhecimento presente sobre determinado domínio; permitem confrontar previsões feitas a partir de concepções prévias dos alunos com resultados fornecidos pela demonstração; uso de questões sobre o cotidiano permitem tornar o ensino mais significativo para os alunos. (mais que duas propostas – correção completa, apenas uma proposição, meio item) **(valor: 3,0 pontos)**

Fig. 7 – Padrão de Resposta da letra (c) da Questão 07 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2005. Fonte: Brasil, 2005 (b).

A letra (c) pede ao estudante justificar as propostas anteriores o que, segundo o padrão de respostas (Fig. 7), significa fazer julgamentos baseados em critérios e padrões de eficácia, através do processo cognitivo *avaliar*, checando e criticando a melhor forma de realizar a atividade.

Apresenta-se na Tabela 6 a análise dos itens pela TBR, do ENADE 2008.

Tabela 6 – Distribuição das questões objetivas do núcleo específico geral e de Licenciatura do ENADE 2008 na Tabela bidimensional Proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão: Conhecimento	Dimensão: processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo	20,26,28, 29,42,45				46	
Conceitual	15,19,27, 47	12,25,27,41	11,12,22, 41,43	19,22,25,48	25	
Procedural	17,18	13,16,18,23	13,14,18, 21,23,24	16,17,44	16,44	
Metacognitivo						

Fonte: Dados da pesquisa.

O ENADE 2008 apresenta distribuição mais uniforme na dimensão do domínio de conhecimento. A tabela 6 mostra 26% dos itens classificados, pela TBR, na dimensão do conhecimento Efetivo, em contraposição a 8% dos itens ano de 2005. A análise dos itens pela TBR nos possibilita compreender a complexidade da Prova, através da classificação de domínios e processos cognitivos mobilizados pelos estudantes, na sua resolução.

As questões que requerem o conhecimento conceitual estão ligadas ao conhecimento das terminologias e elementos específicos, dispensando combinar ou entender os fatos. Nas questões desse nível de conhecimento, o estudante apenas reproduz os conceitos aprendidos, sem interpretar uma situação ou utilizar métodos e critérios. Exemplifica-se a questão 28 (Fig. 8).

A questão avalia conhecimentos da teoria quântica da matéria, sem ser necessário relacionar elementos do conteúdo em contextos mais elaborados. Apenas deve demonstrar conhecimentos de detalhes e elementos específicos do objeto de conhecimento Física Moderna, usando, então, o conhecimento *efetivo*. No que diz respeito ao processo cognitivo mobilizado em sua resolução, o estudante deve *lembrar*, buscando informações memorizadas relevantes ao conteúdo em questão.

QUESTÃO 28

Em relação à Teoria da Relatividade Restrita, analise as afirmações a seguir.

- I - O módulo da velocidade da luz no vácuo é independente das velocidades do observador ou da fonte.
- II - A Teoria Eletromagnética de Maxwell é compatível com a Teoria da Relatividade Restrita.
- III - As leis da Física são as mesmas em todos os referenciais inerciais.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e III, apenas.
- (E) I, II e III.

Fig. 8 – Questão 28 da Prova Objetiva do Núcleo Específico de Física do ENADE 2008. Fonte: Brasil, 2008 (a).

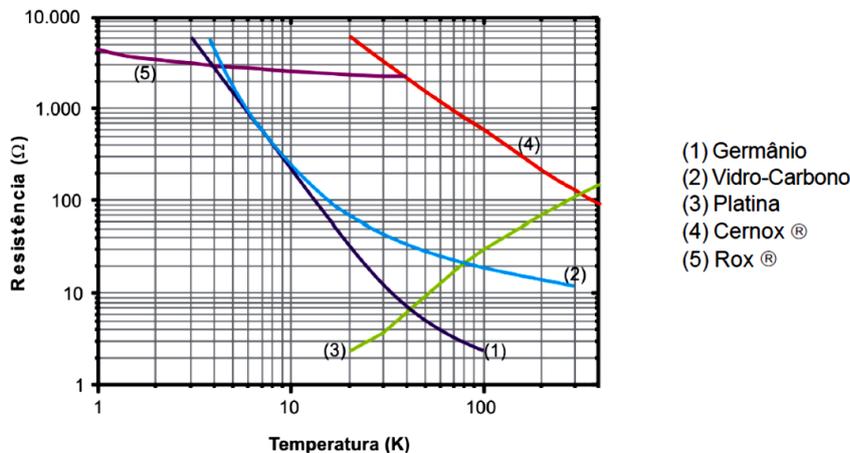
O ENADE 2008 apresentou 41% das questões no nível do domínio do conhecimento Conceitual, em que se relacionam elementos mais simples conectando-os em contextos mais elaborados. O domínio do conhecimento procedimental é requerido em 33% dos itens analisados e relaciona-se às habilidades de realização de um procedimento específico, utilizando métodos, técnicas e critérios. Exemplifica-se a questão 16 (Fig. 9).

Identifica-se no item, o domínio do conhecimento *procedimental*. O estudante deve aplicar seu conhecimento abstrato em uma nova situação, no caso sensores que relacionam a resistência elétrica de um corpo com sua temperatura. Além de requerer conhecimentos básicos da termodinâmica, deve aplicá-los em novos contextos. O estudante deve *entender* o gráfico, interpretando suas informações e, a partir disso, relacioná-las com as sentenças apresentadas nos itens I, II, III e IV, usando o processo cognitivo *analisar*. Por fim, o aluno deve *avaliar* situações propostas nos itens checando sua viabilidade de acordo com a interpretação e análise do gráfico.

A tabela 7 apresenta os itens discursivos da prova do ENADE 2008, na TBR.

QUESTÃO 16

Cinco sensores foram utilizados para medir a temperatura de um determinado corpo. As curvas de calibração da resistência elétrica, em função da temperatura destes sensores, são apresentadas no gráfico abaixo.



Analisando-se o gráfico, foram feitas as afirmativas a seguir.

- I - O sensor (2) só deve ser utilizado para temperaturas superiores a 20 K.
- II - Para temperaturas entre 1 K e 3 K apenas o sensor (5) pode ser utilizado.
- III - Quando a resistência do sensor (1) atingir o valor de cerca de 7 Ω, o sensor (4) estará com uma resistência um pouco superior a 2 kΩ.
- IV - O sensor (3) é o único a ser empregado para temperaturas na faixa de 20 K a 300 K.

São verdadeiras **APENAS** as afirmações

- (A) I e II (B) I e IV (C) II e III (D) II e IV (E) III e IV

Fig. 9 – Questão 16 da Prova Objetiva do Núcleo Específico de Física do ENADE 2008. Fonte: Brasil, 2008 (a).

Tabela 7 – Distribuição das questões discursivas do núcleo específico geral e de Licenciatura do ENADE 2008 na Tabela bidimensional Proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão:	Dimensão: processo cognitivo						
	Conhecimento	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo							
Conceitual							
Procedural			30,49,50	30,49,50	49,50	30	
Metacognitivo							

Fonte: Dados da pesquisa.

Os 03 (três) itens discursivos do ENADE 2008 estão no nível do conhecimento procedural, o nível mais elevado avaliado nesta prova. Uma questão (30) é apresentada no núcleo comum à Licenciatura e Bacharelado, as outras duas (49 e 50), avaliadas no núcleo específico da Licenciatura. Exemplifica-se a questão 50 (Fig. 10).

QUESTÃO 50 - DISCURSIVA

Nos circuitos das Figuras 1 e 2 abaixo, as pilhas e as lâmpadas são idênticas. Ao prever o brilho da lâmpada L1 em relação aos brilhos das lâmpadas L2 e L3, nos dois circuitos, é muito comum que alunos do Ensino Médio apresentem concepções alternativas às concepções científicas.

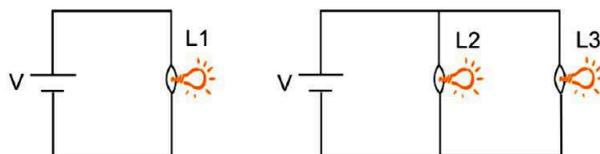


Figura 1

Figura 2

- a) A esse respeito, apresente uma concepção científica e uma possível concepção alternativa, com a justificativa que os alunos poderiam apresentar. **(valor: 5,0 pontos)**
- b) Descreva uma estratégia de ensino contextualizada para que os alunos avancem em direção ao conhecimento científico, realizando aprendizagem significativa dos conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial. Indique nessa estratégia como o mundo vivencial dos alunos e as relações de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CT&S) podem ser considerados e os recursos metodológicos a serem utilizados. **(valor: 5,0 pontos)**

Fig. 10 – Questão 50 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2008. Fonte: Brasil, 2008 (a)

O estudante deve recorrer ao conhecimento *procedural*, no qual emprega conceitos de Eletricidade ao propor, detalhando procedimentos e métodos, uma atividade potencial de modificação de conceitos espontâneos em conhecimentos científicos. No padrão de respostas para o item (a) (Fig. 11), temos:

Questão 50

Resposta esperada

a) Concepção científica:

- Os brilhos das três lâmpadas são iguais, uma vez que as correntes que passam pelas lâmpadas L₂ e L₃, no segundo circuito, são iguais à corrente no circuito da lâmpada L₁.
- A ddp é a mesma nas três lâmpadas e, como elas possuem a mesma resistência, a corrente será igual e, conseqüentemente, os brilhos também serão. Podem ser aceitas outras respostas corretas que mencionem a relação entre a ddp e a potência.
- Também é possível supor que os brilhos de L₂ e L₃ sejam individualmente menores do que o de L₁, já que uma pilha real possui resistência interna.
- Aceita-se ainda a resposta de que L₂ e L₃ em conjunto vão brilhar mais do que L₁ sozinha.

(valor: 3,0 pontos)

Concepção alternativa:

- L₂ e L₃ vão brilhar menos do que L₁ porque quando se aumenta o número de lâmpadas a corrente em cada uma diminui porque se divide por dois.

(valor: 2,0 pontos)

Fig. 11 – Padrão de Resposta da letra (a) da Questão 50 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2008. Fonte: Brasil, 2008 (b).

Ao instruir a apresentação das concepções científica e alternativa (espontânea), requer do estudante *aplicar* os conhecimentos científicos e da prática pedagógica aos “*obstáculos de aprendizagem e mudança conceitual*” e o “*papel da linguagem na construção do conhecimento*” consciente que o conhecimento prévio dos estudantes deve ser redirecionado ao conhecimento científico, explicando cada apontamento que fez acordado com as respectivas concepções espontânea e científica.

O padrão de respostas para o item (b) considera:

b) Estratégia: contextualizar no mundo vivencial de uma casa, de uma estrada ou de qualquer outra situação com objetos que se movem. Por exemplo: quando acendemos a luz de um cômodo, a do outro não se altera, mas a conta de luz fica maior, indicando que a corrente elétrica é maior no total, mas permanece a mesma em cada lâmpada. Introduzir a questão exploratória do desenho, entre outras, para levantar as concepções alternativas dos alunos, estimulando o debate sobre a noção de que a corrente varia de acordo com a resistência total do circuito, uma vez que a diferença de potencial, que pode ser ensinada por analogia com vasos comunicantes, permanece a mesma. O uso de analogia com objetos móveis pode ser usada na modelagem qualitativa e quantitativa de circuitos elétricos. Simulações computacionais podem, por exemplo, ser usadas para aprendizagens significativas de conceitos básicos de eletricidade. **(valor: 2,0 pontos)**

Relações CT&S, que devem contemplar pelo menos um entre os aspectos sociais, econômicos e políticos, devem ser trazidas com a aprendizagem da leitura de contas de luz, discussões sobre redução de consumo de energia e sua relação com a preservação do meio ambiente. **(valor: 1,0 ponto)**

Recursos metodológicos: montagem de circuitos em série, em paralelo e mistos; leitura de reportagens, contos, poesias, letras de música, sobre apagões de energia elétrica e construção de usinas hidroelétricas; estudo de gráficos relacionando as grandezas envolvidas, circuitos com lâmpadas ou simulações em computador ou ainda outro tipo de maquete ou experimento.

A coerência geral da resposta deve ser valorizada. **(valor: 2,0 pontos)**

Fig. 12: Padrão de Resposta da letra (b) da Questão 50 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2008. Fonte: Brasil, 2008 (b).

No item (b), o estudante deve propor uma estratégia contextualizada de ensino, isto é, a atividade proposta deve ser aplicada ao cotidiano do estudante, de forma a vivenciar os conceitos de eletricidade em situações “palpáveis” ao aluno, em situações que levantem seus conhecimentos prévios, estimulando discussões sobre as variáveis nos circuitos elétricos. O estudante deve *entender* o proposto na tarefa, interpretando o enunciado e reproduzindo seus conhecimentos com suas “próprias palavras”, explicando como deve ser realizada a atividade. Deve ainda *aplicar* conhecimentos de Física conectados aos da prática pedagógica, executando-os na perspectiva da tarefa proposta e *analisar* os conteúdos específicos de Eletricidade, relacionando-os com as estratégias pedagógicas usadas na organização e desenvolvimento de atividades e materiais didáticos, com os obstáculos de aprendizagem e mudança conceitual e o enfoque CTS.

Seguem as questões objetivas avaliadas no ENADE 2011, na classificação bidimensional da TBR.

Tabela 8 – Distribuição das questões objetivas do núcleo específico geral e de Licenciatura do ENADE 2011 na Tabela bidimensional Proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão:	Dimensão: processo cognitivo						
	Conhecimento	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo/factual		14,17,23	10	10			
Conceitual		11,25,26,31	09,18,34	09,16,29	16,18,25,26,27,28,33,34	16,26,27,28,30,33,34	
Procedural		13	12,19,32,35	15,19,20,21,22,24	13,15,22,35	12,19,32,35	
Metacognitivo							

Fonte: Dados da pesquisa.

O ENADE 2011 avaliou as três dimensões do domínio do conhecimento. Em 15% das questões objetivas o estudante deve mobilizar seu conhecimento efetivo, ligado aos conhecimentos básicos, sem inter-relações entre conceitos.

O conhecimento conceitual, presente em 48% das questões objetivas, requer do estudante utilizar conteúdos básicos em contextos mais elaborados, sem prever métodos, algoritmos ou técnicas de aplicação a determinadas situações, mas exigindo conhecimentos de princípios e teorias da Física ou das disciplinas ligadas à prática docente. Exemplifica-se a questão 34 (Fig. 13).

Trata-se de um item de asserção, muito presente no ENADE. O estudante, além de dominar conteúdos específicos de Metodologia do Ensino de Física, para determinar a veracidade das afirmações precisa do domínio de conhecimento *conceitual* e de correlacionar as informações das duas asserções para determinar se uma justifica a outra. Ao usar o processo cognitivo *lembrar*, associa o conteúdo das práticas de ensino com a situação proposta, checa as informações relevantes e verifica sua veracidade no processo *avaliar* e correlaciona aspectos relevantes das duas asserções para verificação se uma justifica a outra.

Por fim, verifica-se em 37% das questões objetivas que os estudantes devem chegar ao nível do conhecimento procedural, no qual elementos mais simples, abordados nas questões, conectam-se a contextos mais apurados. Exemplifica-se a questão 19 (Fig. 14).

QUESTÃO 34

A produção do conhecimento escolar crítico requer que a teoria anunciada na forma conceitual se transforme em ações no contexto de vida do aluno para alcançar uma visão crítica que move o seu agir no mundo para superar a visão fragmentada da realidade.

FAVERI, J. E. *Filosofia da educação: o ensino da filosofia na perspectiva freireana*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2011, p. 44.

Na perspectiva das ideias do fragmento de texto acima, analise as seguintes asserções.

A concepção crítica de conteúdo fundamenta-se na relação entre o saber cotidiano do estudante, suas condições existenciais e o saber metódico já produzido. O produto dessa relação constitui sínteses qualitativamente melhoradas.

PORQUE

Pela reflexão crítica da realidade presente, o estudante busca organizar um novo saber na forma de teorias explicativas que identificam contradições e buscam sua superação com posturas concretas renovadas diante do seu contexto de vida.

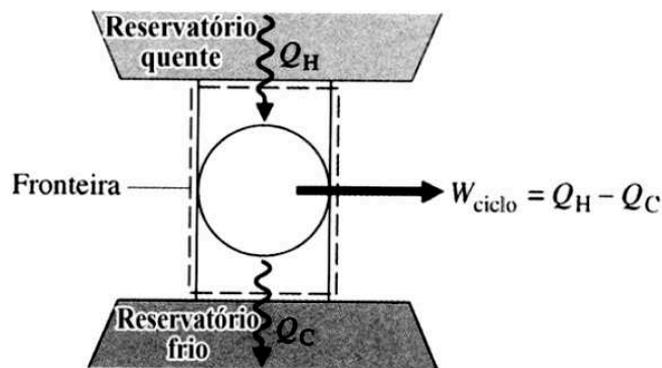
Acerca dessas asserções, assinale a opção correta.

- A** As duas asserções são proposições verdadeiras, e a segunda é uma justificativa correta da primeira.
- B** As duas asserções são proposições verdadeiras, mas a segunda não é uma justificativa da primeira.
- C** A primeira asserção é uma proposição falsa, e a segunda, uma proposição verdadeira.
- D** A primeira asserção é uma proposição verdadeira, e a segunda, uma proposição falsa.
- E** Tanto a primeira quanto a segunda asserções são proposições falsas.

Fig. 13 – Questão 34 da Prova Objetiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2011. Fonte: Brasil, 2011 (a).

QUESTÃO 19

A segunda lei da termodinâmica pode ser usada para avaliar propostas de construção de equipamentos e verificar se o projeto é factível, ou seja, se é realmente possível de ser construído. Considere a situação em que um inventor alega ter desenvolvido um equipamento que trabalha segundo o ciclo termodinâmico de potência mostrado na figura. O equipamento retira 800 kJ de energia, na forma de calor, de um dado local que se encontra na temperatura de 1000 K, desenvolve uma dada quantidade líquida de trabalho para a elevação de um peso e descarta 300 kJ de energia, na forma de calor, para outro local que se encontra a 500 K de temperatura. A eficiência térmica do ciclo é dada pela equação fornecida.



$$\eta = \frac{W_{\text{ciclo}}}{Q_H} = 1 - \frac{Q_C}{Q_H}$$

MORAN, M. J., SHAPIRO, H. N. *Princípios de Termodinâmica para Engenharia*. Rio de Janeiro: LTC S.A., 6. ed., 2009.

Nessa situação, a alegação do inventor é

- A** correta, pois a eficiência de seu equipamento é de 50% e é menor do que a eficiência teórica máxima.
- B** incorreta, pois a eficiência de seu equipamento é de 50% e é maior do que a eficiência teórica máxima.
- C** correta, pois a eficiência de seu equipamento é de 62,5% e é menor do que a eficiência teórica máxima.
- D** incorreta, pois a eficiência de seu equipamento é de 62,5% e é maior do que a eficiência teórica máxima.
- E** incorreta, pois a eficiência de seu equipamento é de 62,5% e é menor do que a eficiência teórica máxima.

Fig. 14 – Questão 19 da Prova Objetiva do Núcleo Específico de Física do ENADE 2011. Fonte: Brasil, 2011 (a).

O conhecimento *procedimental* do estudante é estimulado ao perceber que, além de conhecimentos básicos das leis da Termodinâmica, deve *entender* como funciona uma máquina térmica e como se calcula sua eficiência. O aluno deve recorrer à abstração proposta no enunciado do exercício para determinar se a máquina hipotética funciona de acordo com as Leis da Termodinâmica. Para tal, efetua o cálculo da eficiência da máquina operando nas duas temperaturas, no processo cognitivo *aplicar*, executando a tarefa com referência ao Ciclo de Carnot, checando (*avaliar*) se a eficiência real é menor que a eficiência máxima que poderia ter.

O ENADE 2011 não separou as questões discursivas específicas para a Licenciatura e Bacharelado, deixando três questões para a resolução comum de todos os estudantes. A tabela 9 apresenta a classificação pela TBR, das questões discursivas.

Tabela 9 – Distribuição das questões discursivas do núcleo específico geral e de Licenciatura do ENADE 2011 na Tabela bidimensional Proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão: Conhecimento	Dimensão: processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo						
Conceitual	03	03,04	03,04	03		
Procedural		05	05	05		
Metacognitivo						

Fonte: Dados da pesquisa.

Das questões discursivas do ENADE 2011, duas exigem o domínio do conhecimento conceitual e a última exige o nível de conhecimento procedural. Apresenta-se a análise dos itens quanto ao nível do domínio de conhecimento e aos processos cognitivos envolvidos. Exemplifica-se a Questão 3 (Fig. 15).

A questão avalia o objeto de conhecimento Termodinâmica (2ª Lei), bem como o funcionamento das máquinas térmicas e refrigeradores. O estudante deve conhecer os modelos termodinâmicos e relacioná-los aos enunciados propostos, não sendo importante a aplicação dos modelos e, sim, a sua existência, exigindo o domínio do conhecimento conceitual. Segue o padrão de respostas (Figura 16) esperado para as letras (a) e (b) no item 03 (Fig. 15)

QUESTÃO DISCURSIVA 3

A seguir são apresentados os dois principais enunciados da Segunda Lei da Termodinâmica referentes a máquinas térmicas.

(i) Enunciado de Kelvin-Planck:

É impossível para qualquer dispositivo que opera em um ciclo receber calor de um único reservatório e produzir uma quantidade líquida de trabalho.

(ii) Enunciado de Clausius:

É impossível construir um dispositivo que funcione em um ciclo e não produza qual outro efeito que não seja a transferência de calor de um corpo com temperatura mais baixa para um corpo com temperatura mais alta.

BOLES, M. A. *Termodinâmica*. 5. ed. São Paulo: McGraw-Hill, p. 224-236, 2006.

Considerando esses princípios, faça o que se pede nos itens a seguir.

- a) Exemplifique um dispositivo que ilustre o enunciado de Kelvin-Planck, comentando suas características. (valor: 3,0 pontos).
- b) Exemplifique um dispositivo que ilustre o enunciado de Clausius, comentando suas características. (valor: 3,0 pontos).
- c) Mostre que, se o enunciado de Kelvin-Planck for violado, o enunciado de Clausius necessariamente também será violado. (valor: 4,0 pontos).

Fig. 15 – Questão 03 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Física do ENADE 2011. Fonte: Brasil, 2011 (a).

- a) O estudante não deve deixar de mencionar que o dispositivo é uma máquina térmica que opera em ciclos recebendo calor de uma fonte à alta temperatura, convertendo parte desse calor em trabalho e rejeitando o restante do calor para um reservatório (sumidouro) à baixa temperatura.
- b) O estudante não deve deixar de mencionar que o dispositivo é um refrigerador ou bomba de calor que opera em ciclos, cujo trabalho externo é realizado por um compressor que faz com que o calor seja retirado do interior do ambiente.

Fig. 16 – Padrão de Resposta das letras (a) e (b) da Questão 03 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Física do ENADE 2011. Fonte: Brasil, 2011 (b)

Espera-se em a) e b) que o estudante mencione o dispositivo relacionado no enunciado, devendo, então, mobilizar o processo cognitivo *lembrar*, reconhecendo a informação dada e reproduzindo o conteúdo relevante, retomado em sua memória. A questão requer ainda que o estudante exemplifique o conteúdo do enunciado, conectando a nova situação com conhecimentos previamente adquiridos, mobilizando o processo cognitivo *entender*. Segue o padrão de respostas para o item (c) (Fig. 17).

c) A demonstração da violação do enunciado de Kelvin deve também violar o enunciado de Clausius-Clapeyron. Suponha que uma máquina térmica viole o enunciado de Kelvin-Planck, convertendo todo calor recebido de uma fonte quente Q_1 em trabalho W . Esse trabalho é então fornecido a um refrigerador, que remove uma quantidade de calor Q_2 de uma fonte fria e rejeita uma quantidade de calor Q_1+Q_2 para a fonte quente. Durante esse processo a fonte quente recebeu uma quantidade líquida de calor Q_2 (a diferença entre Q_1+Q_2 e Q_1). Combinando os dois dispositivos temos um refrigerador que viola o enunciado de Clausius.

Fig. 17 – Padrão de Resposta da letra (c) da Questão 03 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Física do ENADE 2011. Fonte: Brasil, 2011 (b).

O item (c) relaciona os conceitos explicados nos itens (a) e (b) os quais devem ser inter-relacionados para explicar uma nova afirmação/procedimento, requerendo do estudante a capacidade de *aplicar* os conhecimentos de Termodinâmica na situação proposta e *analisar* os enunciados da Segunda Lei da Termodinâmica, de Kelvin-Planck e Clausius, concluindo que a violação de um deles implica na violação do outro.

Na Tabela 10 consta a classificação bidimensional da TBR para as questões objetivas avaliadas no ENADE 2014

Tabela 10 – Distribuição das questões objetivas do núcleo específico geral e de Licenciatura do ENADE 2014 na Tabela bidimensional Proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão: Conhecimento	Dimensão: processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo	18,25,30	18,29,30			25,29	
Conceitual	10,22,33	09,14,31,32	09,14,15, 24,26	22,24,33, 35	15,26,33, 35	
Procedural	12,13,	11,13,17,21, 23,27,28	11,12,16, 17,19,20, 21,23,28	16,20,21,	11,13,16, 17,19,27, 34	
Metacognitivo						

Fonte: Dados da Pesquisa.

Assim como na edição do exame de 2011, encontram-se com baixa frequência (13%) os itens na dimensão efetiva, para o ENADE 2014, e concentração dos itens avaliados nas dimensões conceitual (37%) e procedimental (50%). No conhecimento procedimental se requer que o estudante saiba como realizar algo e quais critérios devem usados para resolver o problema proposto. Como exemplo, temos a questão 27 (Fig. 18), dos conteúdos específicos da Licenciatura em Física.

QUESTÃO 27

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) têm apontado, em decorrência das exigências atuais da vida contemporânea, para a importância da inserção de elementos de História e Filosofia da Ciência nas aulas de Física do Ensino Médio. Segundo esse documento, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado.

Com base nessas orientações, avalie as afirmações a seguir sobre uma programação curricular para o ensino da Física embasado na perspectiva de contextualização histórico-filosófica.

- I. Essa programação deve propiciar aos estudantes o reconhecimento da Física como uma construção humana e o estabelecimento de suas relações com os contextos cultural, social, político e econômico de sua produção.
- II. Essa programação deve orientar os professores a apresentarem o conhecimento físico estabelecido como fruto do trabalho de cientistas, elaborado a partir de observações e experimentações.
- III. Essa programação deve possibilitar que os estudantes tenham uma melhor compreensão de aspectos como a falibilidade dos cientistas e a construção do conhecimento físico, de forma não linear e não neutra.

É correto o que se afirma em

- A** II, apenas.
- B** III, apenas.
- C** I e II, apenas.
- D** I e III, apenas.
- E** I, II e III.

Fig. 18 – Questão 27 da Prova Objetiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2014. Fonte: Brasil, 2014 (a).

A questão requer do estudante uma avaliação crítica dos projetos de ensino da Física, estabelecendo seus objetivos educacionais e de aprendizagem. Ele deve, portanto, saber como estruturar o currículo e quais variáveis a serem levadas em conta. Requer do aluno conectar os conceitos estudados sobre o tema *comparando* e *explicando* qual é a melhor forma de estruturar a programação curricular embasada nos PCN, mobilizando o processo da cognição *entender*, além de mobilizar o processo *avaliar* ao *checar* e *criticar* se as propostas em cada afirmativa são consonantes com a literatura.

Por fim, apresentamos a classificação bidimensional da TBR para as questões discursivas avaliadas no ENADE 2014.

Tabela 11 – Distribuição das questões discursivas do núcleo específico geral e de Licenciatura do ENADE 2014 na Tabela bidimensional Proposta pela Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão:	Dimensão: processo cognitivo						
	Conhecimento	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo							
Conceitual							
Procedural			03, 04	03,04	04	03,04,05	05
Metacognitivo							

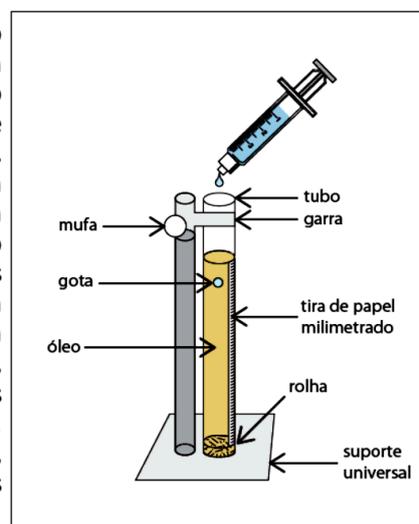
Fonte: Dados da pesquisa.

As questões discursivas do exame de 2014 apresentaram-se todas concentradas na dimensão do conhecimento procedimental, requerendo dos estudantes mobilizar todos os processos da cognição, exceto lembrar, como observado na Tabela 11.

Observa-se pela primeira vez, no universo de 120 (cento e vinte) itens avaliados nas quatro edições do ENADE, um item que requer do estudante mobilizar o processo de cognição *criar*; o item 05 (Fig. 19), das questões discursivas da edição de 2014.

QUESTÃO DISCURSIVA 5

Um professor de Física da Educação Básica decide utilizar o aparato abaixo indicado para desenvolver uma atividade didática baseada em experimento didático-científico. O assunto a ser tratado é o movimento uniforme. Para tanto, ele estabelece um roteiro, mediante o qual os alunos são orientados a seguir uma série de passos/itens. Inicialmente, os alunos devem lançar pequenas gotas de água na parte aberta do tubo contendo óleo; a seguir devem escolher uma das gotas e realizar medidas do espaço percorrido por ela, bem como do tempo decorrido para isso. Com base nessas medidas, os alunos devem calcular a velocidade média da gota no trecho de descida considerado. Essa sequência deve ser repetida algumas vezes para que estejam treinados a operar apropriadamente o conjunto e, assim, obter gotas adequadas ao experimento, bem como realizar as medidas necessárias. Uma vez atingido esse ponto do treinamento, os alunos devem ser orientados a repetir 10 vezes a experimentação, com gotas equivalentes, restringindo as observações e as medidas aos trechos das descidas em que as gotas realizam movimento uniforme.



Analisando a situação apresentada acima, e tendo por base as preocupações e as proposições atuais discutidas e registradas no âmbito da Pesquisa em Educação em Ciências, bem como em Ensino de Física, redija um texto dissertativo contendo uma crítica sobre a forma de utilização do experimento adotado pelo professor e uma sugestão de alternativa de procedimento. (valor: 10,0 pontos)

Fig. 19 – Questão 05 da Prova Discursiva do Núcleo Específico de Licenciatura em Física do ENADE 2014. Fonte: Brasil, 2014 (a).

De acordo com a TBR, quando a tarefa propõe ao estudante juntar elementos, a fim de criar uma nova visão e nova solução, que apresente novas alternativas, ele estará mobilizando o processo da cognição *criar*. Nesse item, a mobilização deste processo é clara ao ser solicitado ao estudante dissertar *criticando* (processo *avaliar*) e fazer o *planejamento* de uma alternativa para o novo procedimento.

IV. Considerações finais

As questões da licenciatura em Física das edições do ENADE foram analisadas na perspectiva da Taxonomia de Bloom Revisada, procurando-se compreender os aspectos da cognição envolvidos nas tarefas propostas em cada item do Exame.

Os domínios do conhecimento e os processos cognitivos, mobilizados pelo estudante, são verificados ao realizar a categorização dos itens segundo a TBR. Procura-se entender “o que” e “como” deve ser realizada a tarefa proposta numa questão. Percebe-se que a maior parte dos itens do ENADE encontra-se nas dimensões *conceitual* e *procedural* do conhecimento, sendo o domínio do conhecimento efetivo encontrado em poucos itens e o metacognitivo inviável de avaliar, pelos dados disponíveis do Exame.

Entende-se que o ENADE tem apresentado a complexidade adequada, sobretudo ao se considerarem as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores (BRASIL, 2015), que pressupõem “o domínio dos conteúdos específicos da área de atuação, fundamentos e metodologias, bem como das tecnologias”. De fato, identificou-se, no universo das quatro edições do Exame, foco nas dimensões do conhecimento conceitual (42%) e procedimental (44%). Com relação aos processos cognitivos, a maior parte das questões encontra-se nos níveis *entender*, *aplicar*, *analisar* e *avaliar* e somente um item discursivo, de todas as edições do ENADE avaliadas, requer do estudante a mobilização do processo cognitivo *criar*.

A análise dos aspectos do conhecimento envolvidos nas tarefas propostas nos itens do ENADE, pela TBR, identificando a dimensão do conhecimento e os processos da cognição envolvidos nos itens, auxilia na taxonomia das tarefas propostas pelo docente na *práxis*. Embora não se defenda como pertinente “treinar” os estudantes para o ENADE, entende-se como adequada a familiarização com tarefas no mesmo nível de complexidade das questões avaliadas no Exame.

Referências

BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T; MADDAUS, G. F. **Manual de Avaliação Formativa e Somativa do Aprendizado Escolar**. São Paulo: Livraria Pioneira. 1983.

BÓRNEA, E. R.; GONÇALVES, A.; PADOVANI, C. R. Avaliando Conhecimento em DST de Graduandos em Medicina segundo a Taxonomia de Bloom. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 38, n. 1, p. 25-30, 2014.

BRASIL. INEP. **ENADE**. Brasília: INEP, 2005 (a).

BRASIL. INEP. **ENADE**. Brasília: INEP, 2008 (a).

BRASIL. INEP. **ENADE**. Brasília: INEP, 2011 (a).

BRASIL. INEP. **ENADE**. Brasília: INEP, 2014.

BRASIL. INEP. **Padrão de Respostas – Questões Discursivas: Física – ENADE 2005**. Brasília: INEP, 2005 (b).

BRASIL. INEP. **Padrão de Respostas – Questões Discursivas: Física – ENADE 2008**. Brasília: INEP, 2008 (b).

BRASIL. INEP. **Padrão de Respostas – Questões Discursivas: Física – ENADE 2011**. Brasília: INEP, 2011 (b).

BRASIL. Lei nº 10.861, de 14 de abr. 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 15 abr. 2004. Seção 1, p. 3/4.

BRASIL. MEC. Resolução CNE/CP 2/2015. DCN para a Formação Inicial em nível superior e para a formação continuada. DOU. Brasília, 2 de julho de 2015. Seção 1, p. 8-12.

CANAN, S. R.; ELOY, V. T. Políticas de Avaliação em larga escala: o ENADE interfere na gestão dos cursos. **Práxis Educativa**, v. 11, n. 3, p. 621-640, set./dez. 2016.

CAVALCANTE, N. S. M.; MARTINS, R. B.; GARCIA, M. D.; HIGA, I. A Relação entre a teoria e prática docente e as questões de Física do ENADE: uma reflexão a partir das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação dos professores da educação básica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. **Anais...** Espírito Santo: SBF, 2009.

FELDMAN, T.; SOUZA, O.; HEINZLE, M. R. S. As posições-sujeitos (Estado e gestores) diante das avaliações em larga escala no Ensino Superior brasileiro. **Práxis Educativa**, v. 11, n. 3, p. 1-16, set./dez. 2016.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetos instrucionais. **Gestão e Produção**, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

HIGA, I.; CAVALCANTE, N. S.; GARCIA, N. M. D. Análise de Diretrizes Curriculares e o ENADE para a formação de professores de Física no Brasil. In: COLÓQUIO SOBRE QUESTÕES CURRICULARES, 9, 2010, Porto. **Actas...** Porto: FPCEUP, 2010. p. 3163-3173.

HIGA, I.; LYZNIK, C.; CAVALCANTE, N. S. M.; GARCIA, N. M. D. O ENADE para os cursos de Licenciatura em Física (Edições 2005 e 2008): que conhecimentos avaliam? In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 14, 2012, Maresias. **Atas...** São Paulo: SBF, 2012.

LOPES, F. L.; VENDRAMINI, C. M. M. Equalização de provas acadêmicas via Teoria de Resposta ao Item. **Psico-USF**, v. 18, n. 1, p. 141-150, jan./abr. 2013.

LOPES, F. L.; VENDRAMINI, C. M. M. Propriedades psicométricas das provas de pedagogia do ENADE via TRI. **Avaliação**, v. 20, n. 1, p. 27-47, mar. 2015.

MARCELINO, L. V.; RECENA, M. C. P. Possíveis influências do novo ENEM nos currículos educacionais de química. **Est. Aval. Educ.**, São Paulo, v. 23, n. 53, p. 148-177, set/dez. 2012.

NICOLINI, A. M.; ANDRADE, R. O. B. (Org.). **PADRÃO ENADE**: análise, reflexões e proposições à luz da Taxonomia de Bloom. São Paulo: Atlas, 2015.

OLIVEIRA, A. P. S. B.; PONTES, J. N. A.; MARQUES, M. A. O uso da Taxonomia de Bloom no Contexto da Avaliação por Competência. **Pleiade**, v. 10, n. 20, p. 12-22, jul./dez. 2016.

PINHEIRO, F. M. G. *et al.* O perfil do contador e os níveis de habilidades cognitivas nos exames ENADE e suficiência do CFC: uma análise sob a perspectiva da taxonomia de Bloom. **Contextus**, v. 11, n. 1, p. 50-65, jan./jun. 2013.

PRIMI, R. *et al.* Análise do funcionamento diferencial dos itens do Exame Nacional do Estudante (ENADE) de psicologia de 2006. **Psico-USF**, v. 15, n. 3, p. 379-393, set./dez. 2010.

SILVA, O. L. *et al.* Avaliação de Habilidades e Competências em Custos no Exame de Suficiência. **ABCustos**, v. 11, n. 2, p. 72-93, maio/ago. 2016.