

GUIA DE ORIENTAÇÃO SOBRE O ENADE AO PROFESSOR DE FÍSICA BÁSICA PARA ENGENHARIAS



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática

Humberto Campos Madeira Nunes
Maria Inês Martins

**A FÍSICA NO ENADE DOS CURSOS DE ENGENHARIA: a complexidade
das questões pela Taxonomia de Bloom Revisada**

Belo Horizonte
2018

SUMÁRIO

1	O EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES (ENADE)	4
1.1	A criação do ENADE	4
1.2	A importância do ENADE.....	4
1.3	A estrutura do ENADE	5
2	MATRIZ DE REFERÊNCIA DO ENADE PARA AS QUESTÕES DE FÍSICA DA ENGENHARIA.....	8
3	DIFICULDADE NAS QUESTÕES DE FÍSICA.....	20
4	ANÁLISE DOS ITENS POR OBJETO DE CONHECIMENTO	25
5	ANÁLISE DOS OBJETOS DE CONHECIMENTO EM RELAÇÃO À DIFICULDADE DOS ITENS NA PERFORMANCE DOS ALUNOS.....	33
6	ANÁLISE DOS ITENS SEGUNDO A TAXONOMIA DE BLOOM REVISADA ...	35
7	DIFICULDADE DOS ALUNOS X COMPLEXIDADE (TBR)	60
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
9	SUGESTÕES DE APROFUNDAMENTO	66

Prezado Professor,

Este guia, desenvolvido para os professores de Física Básica para Engenharias, é o produto educacional resultante da dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da PUC Minas, intitulado: A Física no ENADE dos cursos de Engenharia: a complexidade das questões pela Taxonomia de Bloom Revisada. Nele, estão apresentadas as análises dos dados da investigação que buscou identificar, nas 5 edições do ENADE para a Engenharia, 95 questões contendo Física. Apoiados nos Recursos (Habilidades e Competências) dos cursos de Física e Engenharia, alocamos os itens obtendo um cruzamento entre eles. Utilizando o relatório síntese do INEP, obtivemos a dificuldade dos alunos nas questões. Os objetos de conhecimentos mais abordados, foram observados e relacionados com a dificuldade dos itens no desempenho dos alunos. Analisamos as questões segundo a Taxonomia de Bloom Revisada e sua relação com a dificuldade dos alunos.

Ele foi idealizado a partir do levantamento feito com professores de Física Básica para Engenharias de diversas IES, do Centro Oeste de Minas Gerais. Para sua elaboração, foram observadas as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação em Engenharia e Física.

A metodologia utilizada teve como parâmetro, 95 itens contendo Física das edições de 2005, 2008, 2011, 2014 e 2017 do ENADE para os cursos de Engenharia.

Espera-se que este guia, possa auxiliá-lo a compreender melhor a estrutura do ENADE, suas características e sua importância no processo educacional.

1 O EXAME NACIONAL DE DESEMPENHO DOS ESTUDANTES (ENADE)

1.1 A criação do ENADE

Exames de larga escala têm sido utilizados no Brasil para a verificação do desempenho dos alunos após o término dos cursos de graduação. Em 1996, foi criado o Exame Nacional de Cursos (ENC), conhecido como provão. Tal avaliação se fez presente até 2003. Posteriormente, em de abril de 2004, pela Lei n. 10.861, foi criado o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), objetivando avaliar os cursos de graduação, as IES e o desempenho dos alunos, através do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE).

O ENADE, aplicado pela primeira vez em 2004, através de uma avaliação específica aplicada aos egressos dos diversos cursos superiores no Brasil, mensura o desempenho dos alunos após o término do curso de graduação, conseguindo, em parte, analisar a qualidade das Instituições de Ensino Superior, juntamente com seu corpo docente, estrutura física e seu projeto pedagógico.

1.2 A importância do ENADE

A nota obtida pelos alunos no ENADE tem sido utilizada por Instituições de Ensino Superior como propaganda correspondendo a uma importante estratégia de marketing para a entrada de novos alunos. Vários programas do governo federal são vinculados também à nota do ENADE, que é um dos componentes para o Conceito preliminar de curso (CPC) como, por exemplo, o Financiamento Estudantil (FIES) e o Programa Universidade para Todos (PROUNI). Atualmente um percentual expressivo do corpo discente das Instituições de Ensino Superior é formado por alunos que possuem o financiamento pelo FIES, o que impacta diretamente no número de alunos cursando e conseqüentemente na receita da IES.

É de extrema importância a participação efetiva dos professores no processo relacionado ao ENADE, pois seu resultado, apesar de ser diretamente impactante na vida acadêmica do aluno, é muito importante para as Instituições de Ensino Superior, como mencionado anteriormente. Por esse motivo, são realizadas nas IES campanhas de conscientização, para que o aluno tenha maior comprometimento com a avaliação do ENADE. Objetivando melhor desempenho dos alunos na

avaliação, é comum que as IES ministrem cursos específicos, visando a uma ascensão dos conhecimentos acadêmicos dos alunos e conseqüentemente a um conceito melhor para a IES.

1.3 A estrutura do ENADE

Cada edição do ENADE possui uma portaria específica, em que o número de questões, sua disposição em núcleos, a existência ou não de grupos associados às modalidades de Engenharia são abordadas.

Com o intuito de facilitar a compreensão da estrutura do ENADE pelos docentes de Física, mostramos a estrutura da avaliação do ENADE por edição.

A primeira edição do ENADE para as diversas modalidades de Engenharia ocorreu em 2005, dividida em grupos, conforme mostrado a seguir:

- a) Grupo 1: Cartográfica, Civil, Agrimensura, Recursos Hídricos e Sanitários;
- b) Grupo 2: Da Computação, De Comunicações, Controle e Automação, Redes de Comunicação, Telecomunicações, Elétrica, Eletrônica, Eletrotécnica, Industrial Elétrica e Mecatrônica;
- c) Grupo 3: Aeroespacial, Aeronáutica, Automotiva, Industrial Mecânica, Mecânica e Naval;
- d) Grupo 4: Bioquímica, De Alimentos, De Biotecnologia, Industrial Química, Química e Têxtil;
- e) Grupo 5: De Materiais e suas ênfases e/ou habilitações, Física, Metalúrgica e De Fundição;
- f) Grupo 6: De Produção e suas ênfases;
- g) Grupo 7: Ambiental, De Minas, De Petróleo e Industrial Madeireira;
- h) Grupo 8: Agrícola, Florestal e De Pesca.

As questões foram divididas em formação geral e componentes específicos. As questões de formação geral foram divididas em 7 questões de múltipla escolha, com um peso de 55% e 3 questões discursivas, com um peso de 45%. As questões relativas aos componentes específicos foram divididas por núcleos e foram atribuídos pesos a cada um dos núcleos da seguinte forma:

- a) Núcleo de conteúdos básicos: 10 questões objetivas de peso igual a 100%;
- b) Núcleo de conteúdos profissionalizantes específicos do grupo: 15 questões objetivas de peso igual a 60%;

c) Núcleo de conteúdos profissionalizantes específicos de cada curso do grupo:
2 questões objetivas de peso igual a 10%;

d) Núcleo de conteúdos profissionalizantes específicos de cada curso do grupo:
3 questões discursivas de peso igual a 30%.

A segunda edição do ENADE para as diversas modalidades de Engenharia ocorreu em 2008. Tal edição foi dividida em grupos de Engenharia, conforme a edição anterior. As questões foram divididas em formação geral, componentes específicos e percepção da prova. As questões de formação geral foram divididas em 8 questões de múltipla escolha, com um peso de 60% e 2 questões discursivas, com um peso de 40%. As questões relativas aos componentes específicos foram divididas por núcleos e foram atribuídos pesos a cada um dos núcleos da seguinte forma:

a) Núcleo de conteúdos básicos: 10 questões objetivas;

b) Núcleo de conteúdos profissionalizantes específicos do grupo: 10 questões objetivas;

c) Núcleo de conteúdos profissionalizantes específicos de cada curso do grupo:
07 questões objetivas;

d) Núcleo de conteúdos profissionalizantes específicos de cada curso do grupo:
03 questões discursivas.

As questões de múltipla escolha tinham um peso de 85% e as discursivas, um peso de 15%.

A terceira edição do ENADE para as diversas modalidades de Engenharia ocorreu em 2011. Tal edição foi dividida em grupos de Engenharia, conforme as edições anteriores. As questões foram divididas em formação geral e componentes específicos. As questões de formação geral foram divididas em 8 questões objetivas, com um peso de 60% e 2 questões discursivas, com um peso de 40%. As questões relativas aos componentes específicos foram divididas em 27 questões objetivas, com peso igual a 85% e 03 discursivas com peso de 15%.

A quarta edição do ENADE para as diversas modalidades de Engenharia ocorreu em 2014, dividida em modalidades de Engenharia. Nesta edição, o exame foi composto por 2 questões de formação geral discursivas, em que foi atribuído um peso das questões no componente de 40% e 8 questões de formação geral objetivas, com um peso das questões no componente de 60%. O exame contou também com 3 questões discursivas do componente específico, com um peso das

questões no componente de 15% e 27 questões objetivas também do componente específico com um peso das questões no componente de 85%, subdivididas em: 10 questões do núcleo de conteúdos básicos e 17 questões do núcleo de conteúdos profissionalizantes. O peso dos componentes no cálculo da nota foi de 25% para as questões de formação geral e de 75% para as de componentes específicos.

A quinta e última edição do ENADE para as diversas modalidades de Engenharia ocorreu em 2017, com a distribuição similar ao da 4ª edição, porém, as 27 questões do componente específico não foram divididas em conteúdos básicos e profissionalizantes.

2 MATRIZ DE REFERÊNCIA DO ENADE PARA AS QUESTÕES DE FÍSICA DA ENGENHARIA

A Matriz de Referência utilizada nos permite relacionar os Recursos (Habilidades e Competências) dos cursos de Engenharia aos Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Física. Foram consideradas as edições de 2005, 2008, 2011, 2014 e 2017, pautados nas portarias do INEP dos respectivos exames.

Como o objetivo deste trabalho é analisar as questões de Física no ENADE dos cursos das diversas modalidades de Engenharia, utilizamos uma Matriz de Referência, pautada nas habilidades e competências para a resolução das questões. Observamos, na resolução CNE/CES 11/2002 (BRASIL, 2002), referente às DCN do curso de Engenharia, 13 Recursos (Habilidades e Competências), designados por RE1 a RE13 e na resolução CNE/CES 10/2001 (BRASIL, 2001), referente às DCN do curso de Física, 13 Recursos (Habilidades e Competências), designados por RF1 a RF13, descritos a seguir nos Quadros 5 e 6.

Quadro 5 – Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Engenharia

RE	Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Engenharia
RE1	Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia
RE2	Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados
RE3	Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos
RE4	Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia
RE5	Identificar, formular e resolver problemas de engenharia
RE6	Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas
RE6	Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas
RE7	Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas
RE8	Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica
RE9	Atuar em equipes multidisciplinares
RE10	Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais
RE11	Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental
RE12	Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia
RE13	Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Brasil (2002).

Quadro 6 – Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Física

RF	Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Física
RF1	Dominar princípios gerais e fundamentais da Física, estando familiarizado com suas áreas clássica e moderna.
RF2	Descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais.
RF3	Diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, e teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos matemáticos apropriados.
RF4	Manter atualizada sua cultura científica geral e sua cultura técnica profissional específica.
RF5	Desenvolver uma ética de atuação profissional e a consequente responsabilidade social, compreendendo a Ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-políticos, culturais e econômicos.
RF6	Utilizar a matemática como uma linguagem para a expressão dos fenômenos naturais.
RF7	Resolver problemas experimentais, desde seu reconhecimento e realização de medições até a análise de resultados.
RF8	Propor, elaborar e utilizar modelos físicos, identificando seus domínios de validade.
RF9	Concentrar esforços e persistir na busca de soluções para problemas de solução complexa e demorada.
RF10	Utilizar linguagem científica na expressão de conceitos físicos, na descrição de procedimentos de trabalhos científicos e na divulgação de seus resultados.
RF11	Utilizar os diversos recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional.
RF12	Conhecer e absorver novas técnicas, métodos ou uso de instrumentos, tanto em medições como em análise de dados (teóricos ou experimentais).
RF13	Reconhecer as relações do desenvolvimento da Física com outras áreas do saber, tecnologias e instâncias sociais, especialmente contemporâneas.

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de Brasil (2001).

Os itens analisados são de Física básica ou interdisciplinar, aplicados em um Exame voltado para os cursos de Engenharia. Desta forma, através do Quadro 7, a seguir, utilizaremos os Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Física, relacionados aos Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Engenharia.

Quadro 7 – Modelo de Matriz de Referência – Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Física x Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Engenharia

RF \ RE	RE	RE1	RE3	RE12
RF1				
RF2				
RF3				
RF4				
RF6				
RF7				
RF8				

Fonte: Elaborado pelo autor

Verificou-se a existência de 13 Recursos (Habilidades e Competências) associados ao curso de Física, e 13 Recursos (Habilidades e Competências) relacionados aos cursos de Engenharia. Porém, no cruzamento das 95 questões analisadas, encontramos apenas 7 Recursos de Física relacionados a 3 Recursos de Engenharia.

Os itens referentes a edição de 2005 foram alocados na Matriz de Referência 1, mostrada a seguir, em que os Recursos (Habilidades e Competências) predominantes do curso de Física e aos Recursos (Habilidades e Competências) predominantes dos cursos de Engenharia, são abordados simultaneamente.

Em todas as edições do ENADE, observa-se que nem todas as células foram preenchidas. Como se trata de um estudo Sobre as questões de Física em uma avaliação voltada para a Engenharia, é previsível que o resultado seria uma maior concentração de itens nas Habilidades e Competências voltadas para a aplicação da Física de forma prática e aplicada. Em todas as edições as habilidades e Competências do curso de Física exigidas foram:

- RF1: Dominar princípios gerais e fundamentais da Física, estando familiarizado com suas áreas clássica e moderna;
- RF2: Descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais;

- RF3: Diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, experimentais e teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou matemáticos apropriados;
- RF4: Manter atualizada sua cultura científica geral e sua cultura técnica profissional específica;
- RF6: Utilizar a matemática como uma linguagem para a expressão dos fenômenos naturais;
- RF7: Resolver problemas experimentais, desde seu reconhecimento e realização de medições até a análise de resultados;
- RF8: Propor, elaborar e utilizar modelos físicos, identificando seus domínios de validade.

Em relação aos Recursos (Habilidades e Competências) utilizados nas 5 edições do ENADE, montamos o seguinte quadro contendo o número de questões que contemplavam cada um dos recursos: (Quadro 1)

Quadro 1 – Número de questões que contemplam cada recurso (Habilidades e Competências) do curso de Física, por edição do ENADE

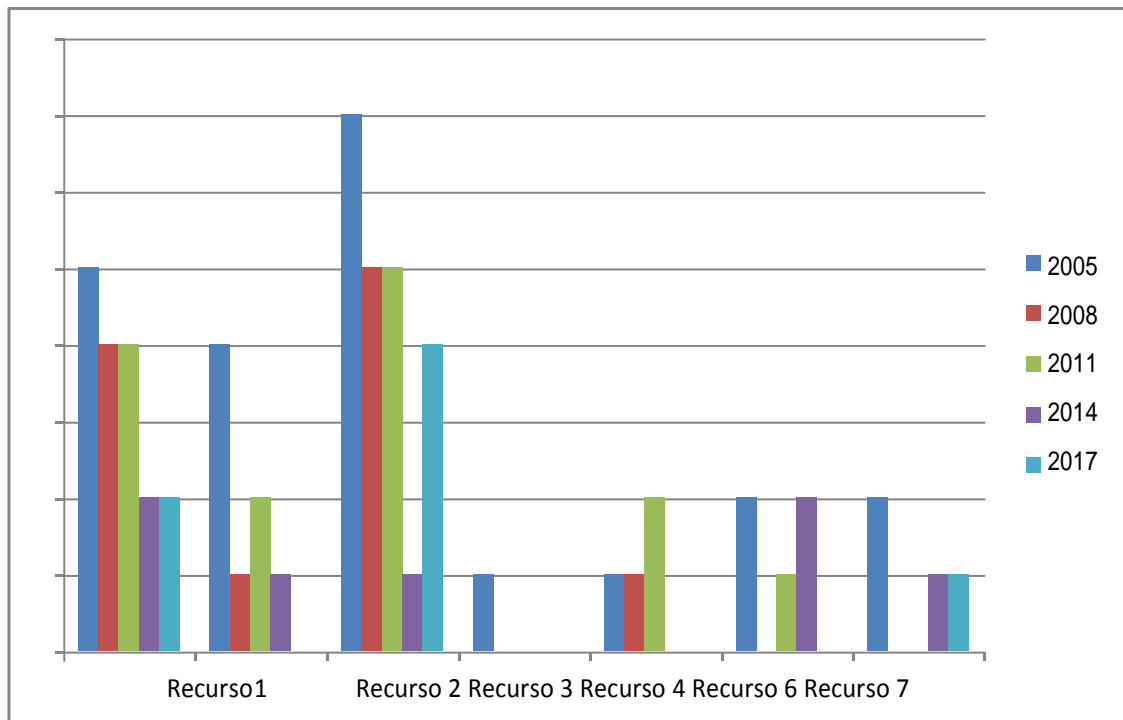
Edição Recurso	2005	2008	2011	2014	2017
RF1	5	4	4	2	2
RF2	4	1	2	1	0
RF3	7	5	5	1	4
RF4	1	0	0	0	0
RF6	1	1	2	0	0
RF7	2	0	1	2	0
RF8	2	0	0	1	1

Fonte: Dados da pesquisa

O Recurso mais abordado foi o RF3. Tal fato é coerente, pois, trata-se de questões de Física voltadas para o curso de Engenharia. Observou-se que os Recursos (Habilidades e Competências) RF5, RF9, RF10, RF11, RF12 e RF13 não são abordados no Exame, pois são recursos voltados para a graduação em Física e não para um Exame direcionado para o curso de Engenharia.

Para melhor visualização do resultado obtido, elaboramos o Gráfico 4 em que a distribuição das Habilidades e Competências são comparadas considerando o número de questões

Gráfico 4 – Número de questões que contemplam cada Recurso (Habilidades e competências) de Física por edição do ENADE



Fonte: Dados da pesquisa

Através do gráfico 4, percebemos que o recurso 3: Diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, experimentais e teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou matemáticos apropriados é o mais abordado em todas as edições do Exame. Tal constatação era esperada, haja vista que o Exame avalia o desempenho dos estudantes dos cursos de Engenharia.

Em relação aos Recursos (Habilidades e Competências) dos cursos de Engenharia utilizados nas 5 edições do ENADE, montamos o seguinte quadro contendo o número de questões que contemplavam cada um dos recursos: (Quadro 2)

Quadro 2 – Número de questões que contemplam cada Recurso (Habilidades e Competências) do curso de Engenharia, por edição do ENADE

Recurso \ Edição	2005	2008	2011	2014	2017
RE1	22	11	14	7	7
RE3	12	3	3	4	3
RE12	1	0	1	3	4

Fonte: Dados da pesquisa

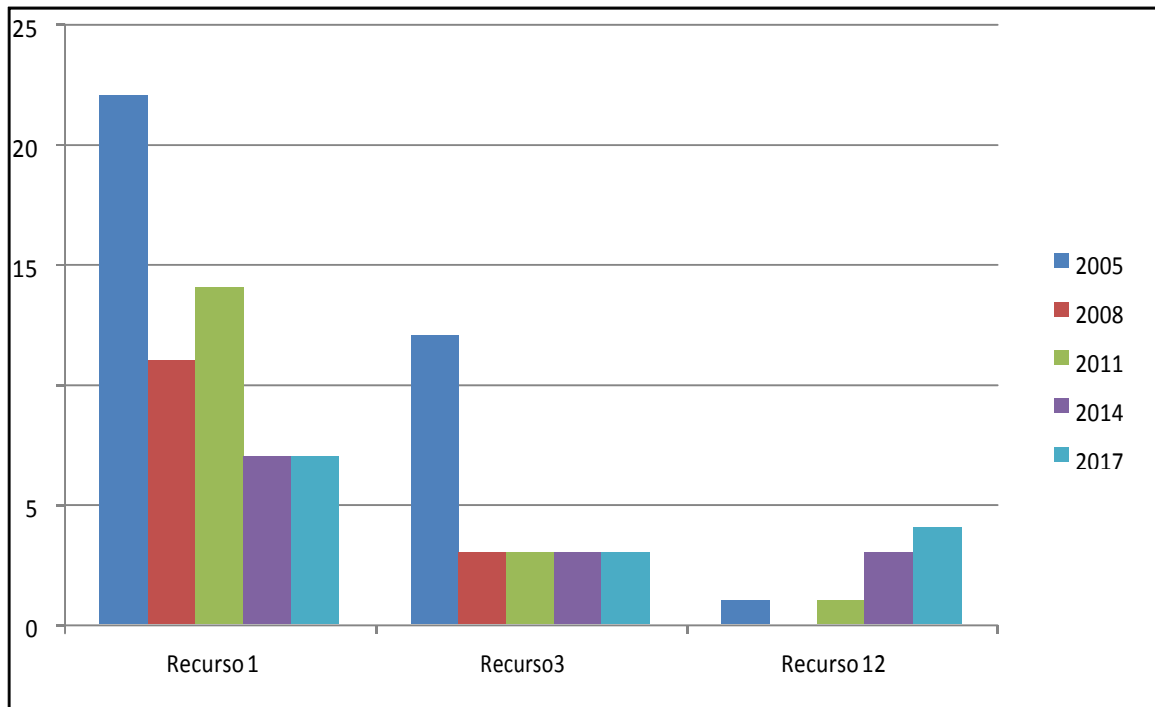
Observamos que nem todas as células relacionadas aos Recursos (Habilidades e Competências) de Engenharia foram preenchidas. O Recurso mais abordado foi o RE1, por se tratar do Recurso de Engenharia, que mais correlaciona com as disciplinas ministradas em Física. Observou-se que apenas os Recursos RE1, RE3, RE12, são abordados no Exame, pois, trata-se de Recursos específicos das áreas de Engenharia, não correlacionadas com a Física. Os Recursos (Habilidades e Competências) abordados nas cinco edições do ENADE foram:

- RE1 - Estuda, projeta e especifica materiais, componentes, dispositivos e equipamentos relacionados à sua área de atuação.
- RE3 - Planeja, projeta, instala, opera e mantém instalações de acordo com sua área de atuação.
- RE12 - Realiza estudos de viabilidade técnico-econômica.

Analisamos os 95 itens conforme os 13 Recursos (Habilidades e Competências) dos cursos de Engenharia, porém, só 3 Recursos foram abordados no Exame. Tal resultado é satisfatório, pois existem Recursos do curso de Engenharia que não se aplicam simultaneamente com as questões abordadas em Física, como por exemplo: Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Para melhor visualização do resultado obtido, elaboramos o Gráfico 5 em que a distribuição dos Recursos (Habilidades e Competências) são comparadas considerando o número de questões.

Gráfico 5 – Número de questões que contemplam cada Recurso (Habilidade e Competência), por edição do ENADE



Fonte: Dados da pesquisa

Constatou-se, através do Gráfico 5, que o Recurso 1 foi mais abordado na edição de 2005 e menos abordado nas edições de 2014 e 2017. Em relação ao Recurso 3, observamos uma maior homogeneidade entre as edições, enquanto o Recurso 12, não é abordado na edição de 2008. Verificou-se também que os demais Recursos não são abordados em nenhuma das edições do exame.

Exemplificaremos a seguir, utilizando algumas questões entre as 95 inicialmente selecionadas, algumas Habilidades e Competências relacionadas aos Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Engenharia mais solicitados nas cinco edições do ENADE.

Exemplo 1: Recurso RF1 e RE1

Utilizando o Recurso (Habilidade e Competência) RF1, dominar princípios gerais e fundamentais da Física, estando familiarizado com suas áreas clássica e moderna, com o Recurso (Habilidade e Competência) RE1 relacionado a estudar, projetar e especificar materiais, componentes, dispositivos e equipamentos relacionados à sua área de atuação, conforme Figura 3 do item a seguir:

Figura 3 – Questão 27: Grupo 4 - Edição 2005

Em uma indústria de panificação, a massa de bolo é colocada em formas retangulares de alumínio e levada para assar em fornos contínuos a 185°C, com aquecimento somente na base inferior do forno e ventilação forçada. Nesse sistema de assamento, a transferência de calor

- (A) ocorre principalmente por radiação das ondas de calor geradas pelas paredes das formas de alumínio.
- (B) realizada por convecção é insignificante, pois não há agitação da massa do bolo durante o assamento.
- (C) ocorre principalmente por condução pelo material das formas e pela convecção do ar no forno.
- (D) Realizada pelo ar quente em movimento é insignificante, porque a fonte de aquecimento está na base inferior do forno.
- (E) Ocorre principalmente pelo contato direto da massa do bolo com a fonte de calor.

Fonte: INEP

Este item aborda os princípios gerais e fundamentais de transferência de calor, dando ênfase ao processo de convecção. Para a correta resolução da questão, o aluno deverá projetar e especificar materiais, componentes e dispositivos adequados para o perfeito funcionamento do sistema.

Exemplo 2: Recurso RF1 e RE12

Utilizando o Recurso (Habilidade e Competência): dominar princípios gerais e fundamentais da Física, estando familiarizado com suas áreas clássica e moderna, agora com o Recurso (Habilidade e Competência) relacionado a realizar estudos de viabilidade técnico-econômica, podemos exemplificar utilizando o item a seguir (Figura 4):

Figura 4 – Questão 12: Grupo 1- Edição 2005

A energia anual produzida na usina de Itaipu é da ordem de 90.000 GWh. Considere que o custo aproximado para a construção dessa usina tenha sido de 30 bilhões de reais e que o capital esteja sendo remunerado à taxa de juros de 10% ao ano. Nessas condições, a parcela do custo da energia produzida referente à remuneração anual do capital deve ser

- (A) Inferior a R\$10 por MWh.
- (B) Superior a R\$10 e inferior a R\$30 por MWh.
- (C) Superior a R\$30 e inferior a R\$50 por MWh.
- (D) Superior a R\$50 e inferior a R\$100 por MWh.
- (E) Superior a R\$100 por MWh.

Fonte: INEP

Esta questão, exige do aluno dominar os princípios fundamentais relacionada à Eletrodinâmica, como o conceito da unidade Kwh. O Recurso relacionado a realizar estudos de viabilidade técnico-econômica, é facilmente identificado através da relação entre energia (Gwh) e remuneração anual (R\$).

Exemplo 3: Recurso RF2 e RE1

No cruzamento do Recurso, descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais com o Recurso estudar, projetar e especificar materiais, componentes, dispositivos e equipamentos relacionados à sua área de atuação, exemplificamos com o item a seguir (Figura 5):

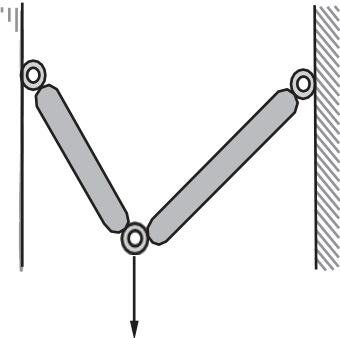
Figura 5 – Questão 32: Grupo 8 - Edição de 2005

Considere o sistema de sustentação de carga representado na figura a seguir.

O sistema de sustentação de carga é composto de duas barras ligadas entre si, através de uma articulação, e ligadas em duas paredes, através de articulações. Para o dimensionamento das seções das barras devem ser consideradas: a carga, o comprimento das barras e a distância entre as paredes.

PORQUE

É possível determinar as tensões ao longo das barras e estabelecer, através da tensão admissível máxima, a seção adequada.



Fonte: INEP

Este item retrata a utilização do Recurso descrever e explicar equipamentos tecnológicos, através do sistema de sustentação de cargas. O dimensionamento das seções das barras está diretamente relacionado ao projeto de componentes, dispositivos e equipamentos.

Exemplo 4: Recurso RF2 e RE3

No cruzamento do Recurso (Habilidades e Competências), descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais com o Recurso planejar, projetar, instalar, operar e manter instalações de acordo com sua área de atuação, conforme o item a seguir (Figura 6):

Figura 6 – Questão 8: 1 - Edição 2005

O gás ozônio (O_3) e os clorofluorcarbonos (CFCs) são exemplos da dificuldade de se classificar uma substância como poluente, pois podem trazer benefícios ou prejuízos à sociedade e aos seres vivos. O ozônio, nas camadas mais baixas da atmosfera, é tóxico, mas, na estratosfera, absorve radiação ultravioleta (UV) proveniente do Sol, evitando os efeitos nocivos do excesso dessa radiação nos seres vivos.

Os CFCs apresentam baixa toxicidade e são inertes na baixa atmosfera. Entretanto, quando atingem a estratosfera, são decompostos pela radiação UV, liberando átomos e compostos que destroem moléculas de ozônio, sendo, portanto, considerados os principais responsáveis pela destruição do ozônio na estratosfera.

De acordo com as ideias do texto acima,

- (A) Os CFCs são nocivos aos seres vivos, pois impedem a incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.
- (B) A camada de ozônio é responsável pela maior incidência da radiação ultravioleta na superfície terrestre.
- (C) O ozônio e os CFCs são os principais responsáveis pelas mudanças climáticas observadas nos últimos anos.
- (D) A camada de ozônio na estratosfera tem sido recuperada devido às interações da radiação ultravioleta com os CFCs.
- (E) A camada de ozônio protege os seres vivos do excesso de radiação ultravioleta e pode ser destruída pela ação dos CFCs na estratosfera.

Fonte: INEP

Neste exemplo, os fenômenos naturais são abordados mencionando o gás ozônio e os clorofluorcarbonos, citando algumas de suas características e implicações no meio ambiente. O planejamento, projeto, operação e manutenção das instalações estão diretamente relacionados com a incidência da radiação ultravioleta.

Exemplo 5: Recurso RF3 e RE3

No cruzamento do Recurso (Habilidades e Competências), diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, e teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos matemáticos apropriados com o Recurso planejar, projetar, instalar, operar e manter instalações de acordo com sua área de atuação, exemplificamos com o item a seguir (Figura 7):

Figura 7 – Questão 17: Grupo 1 - Edição 2011

Considere uma construção em concreto armado com uma laje quadrada de 5m de lado, quatro vigas, quatro pilares e quatro elementos de fundação. O volume de concreto usado foi de 2m^3 , 1m^3 e 1m^3 para cada viga, pilar e laje, respectivamente. Segundo a NBR 6113 (2007), o peso específico do concreto armado é 25 kN/m^3 . A laje dessa construção suporta uma carga acidental de $4,00\text{kN/m}^2$.

Considerando o peso próprio dos elementos estruturais e a carga acidental na laje, conclui-se que a carga em cada fundação é de

- (A) 25 kN.
- (B) 50 kN.
- (C) 70 kN.
- (D) 100 kN.
- (E) 200 kN.

Fonte: INEP

O quinto exemplo, faz referência a um projeto de construção em concreto armado, onde busca-se soluções de problemas físicos. Neste item, o Recurso é identificado em planejar e projetar instalações de acordo com sua área de atuação.

Exemplo 6: Recurso RF4 e RE1

Contemplando o quarto Recurso (Habilidades e Competências), relacionado a manter atualizada sua cultura científica geral e sua cultura técnica profissional específica, em relação ao Recurso estudar, projetar e especificar materiais, componentes, dispositivos e equipamentos relacionados a sua área de atuação, encontramos a Figura 8, a questão 26 do grupo 2 da edição do ENADE de 2005, conforme mostrada a seguir:

Figura 8 – Questão 26: Grupo 2 - Edição 2005

Motores elétricos podem ser encontrados desde aplicações de baixa potência, como em relógios de pulso e computadores, até aplicações de alta potência, como em bombas e compressores. Os motores a explosão, largamente empregados em automóveis, ônibus e caminhões **NÃO** foram substituídos por motores elétricos por que

- (A) Os níveis das correntes elétricas de operação representariam riscos para a vida humana.
- (B) O rendimento dos motores elétricos é menor que o dos motores a explosão.
- (C) A tecnologia atual para o armazenamento de energia elétrica não é adequada para estas aplicações.
- (D) Os motores elétricos são mais poluentes do que os motores a explosão.
- (E) Os interesses políticos impedem esta substituição, embora a mesma seja economicamente viável.

Fonte: INEP

Encerrando a análise de alguns itens, verificou-se nesta questão o Recurso (Habilidade e competência) relacionado a manter atualizada a cultura técnica profissional específica, ao analisar diversas variáveis, como rendimento, níveis de poluentes e segurança, dos motores a combustão e elétricos. O Recurso (Habilidade e Competência) associado a projetar dispositivos, componentes e equipamentos é abordado na comparação entre os dois tipos de motores.

3 DIFICULDADE NAS QUESTÕES DE FÍSICA

Analisaremos a seguir, a dificuldade das questões nas cinco edições do ENADE. As 95 questões selecionadas foram classificadas conforme o relatório síntese disponibilizado pelo INEP, que classifica as questões de acordo com o desempenho/performance dos alunos. As questões são classificadas em fáceis, médias, difíceis e muito difíceis, de acordo com o número total de alunos que acertaram a referida questão. Para facilitar a visualização, optamos por montar os Quadros 10, 11, 12, 13 e 14 com o nível de dificuldade x edição do ENADE para observarmos melhor as edições e os grupos ou modalidades de Engenharia.

Quadro 10 – Dificuldade dos itens em relação ao grupo - Edição 2005

Dificuldade \ Edição	Fácil	Média	Difícil	Muito Difícil	Anulada
Grupo.1	08, 09,13	12	11, 14, 15, 16, 17, 22, 29	----	----
Grupo.2	----	----	18, 21, 26, 28	----	----
Grupo.3	----	----	19, 20, 21, 26	25	----
Grupo.4	27	----	----	35	----
Grupo.5	----	----	35	----	----
Grupo.6	----	----	57	----	----
Grupo.7	----	30, 35	32	----	----
Grupo.8	----	15, 28	12, 16, 34	32	31, 33

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 11 – Dificuldade dos itens em relação ao grupo - Edição 2008

Dificuldade \ Edição	Fácil	Média	Difícil	Muito Difícil	Anulada
Grupo.1	----	18	03, 32, 67	16	----
Grupo.2	----	----	----	----	----
Grupo.3	----	----	----	----	----
Grupo.4	----	----	----	----	----
Grupo.5	----	----	23, 24, 25	----	----
Grupo.6	----	----	----	----	----
Grupo.7	----	----	34	33	56, 57
Grupo.8	----	----	19, 20	----	----

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 12 – Dificuldade dos itens em relação ao grupo - Edição 2011

Dificuldade Edição	Fácil	Média	Difícil	Muito Difícil	Anulada
Grupo.1	----	----	----	----	17
Grupo.2	----	10, 31	14, 17, 20, 27	----	12
Grupo.3	----	10	11, 17, 19	----	18
Grupo.4	----	----	09, 17	----	----
Grupo.5	----	----	----	10	----
Grupo.6	----	----	----	----	----
Grupo.7	----	----	09, 21	----	----
Grupo.8	----	----	----	----	----

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 13 – Dificuldade dos itens em relação ao grupo - Edição 2014

Dificuldade Edição	Fácil	Média	Difícil	Muito Difícil	Anulada
Geral	20	----	09, 10, 12	28	----
Civil	----	----	25	----	----
Alimentos	----	----	----	----	----
Ambiental	----	----	----	----	----
Computação	----	----	----	----	----
Contr.Automação	----	----	----	----	----
Elétrica	31	21	19, 29	----	----
Florestal	----	----	----	----	----
Mecânica	----	----	34	----	----
Produção	----	----	----	----	----
Química	----	21, 24	27	----	----

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 14 – Dificuldade dos itens em relação ao grupo - Edição 2017

Dificuldade \ Edição	Fácil	Média	Difícil	Muito Difícil	Anulada
Geral	----	----	----	23	----
Civil	----	3, 14, 16	33	----	----
Alimentos	----	3, 14, 16	----	----	----
Ambiental	----	3, 14, 16	----	12	----
Computação	----	3, 14, 16	----	----	----
Contr.Automação	----	3, 14, 16	----	----	----
Elétrica	----	3, 14, 16	25, 35	----	----
Florestal	----	3, 14, 16	----	----	----
Mecânica	----	3, 14, 16	28, 35	----	----
Produção	----	3, 14, 16	----	----	----
Química	----	3, 14, 16	----	----	----

Fonte: Dados da pesquisa

Um resumo da complexidade das questões, conforme o relatório síntese do INEP, é mostrado na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Complexidade dos itens em relação à edição do ENADE

EDIÇÃO	2005	2008	2011	2014	2017
Fácil	4	0	0	2	0
Média	5	1	3	3	5
Difícil	21	9	11	8	7
Muito difícil	3	2	1	1	2
Anulada	2	2	3	0	0
TOTAL	35	14	18	14	14

Fonte: Dados da pesquisa

Vale enfatizar que:

na edição de 2005, os itens 08, 09, 12, 13 e 14 dos Grupos 1, 2 e 3 são iguais aos itens 11, 12, 14, 15 e 16, respectivamente, dos Grupos 4, 5, 6 e 7 e os itens 11, 15, 16 e 17 dos grupos 1, 2 e 3 são iguais aos itens 14, 18, 19 e 20 respectivamente, dos Grupos 4, 5, 6 e 7.

Na edição de 2008, os itens 03, 06 e 18, estavam presentes em todos os grupos.

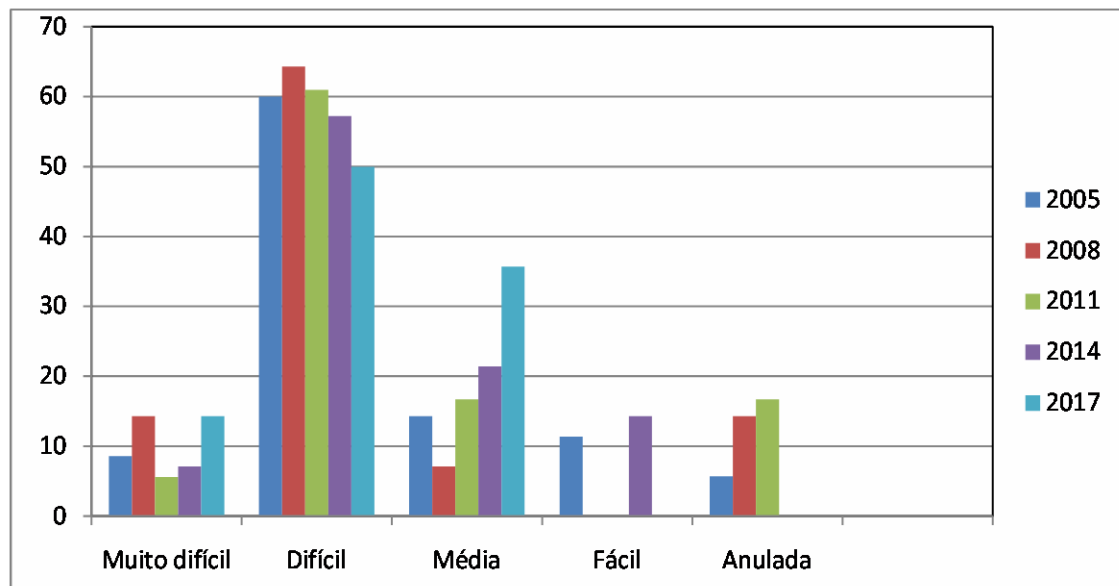
Na edição de 2011, não houve questões repetidas.

Na edição de 2014, os itens 09, 10 e 12 estavam presentes em todas as avaliações das diversas modalidades de Engenharia.

Na edição de 2017, os itens 03, 14 e 16 estavam presentes em todas as avaliações das diversas modalidades de Engenharia.

Apresentamos a seguir o Gráfico 6, expressando os resultados em termos percentuais:

Gráfico 6 – Dificuldade das questões nas edições do ENADE



Fonte: Dados da pesquisa

Pela análise do Gráfico 6, baseado no site do INEP, através dos relatórios síntese dos cursos das diversas modalidades de Engenharia, podemos perceber que o nível de dificuldade da maioria das questões, em todas as edições do ENADE, se enquadra na classificação difícil, de acordo com o desempenho dos alunos. Nota-se que esse nível de dificuldade é expressivo em todas as edições do ENADE, com no mínimo 50% dos itens.

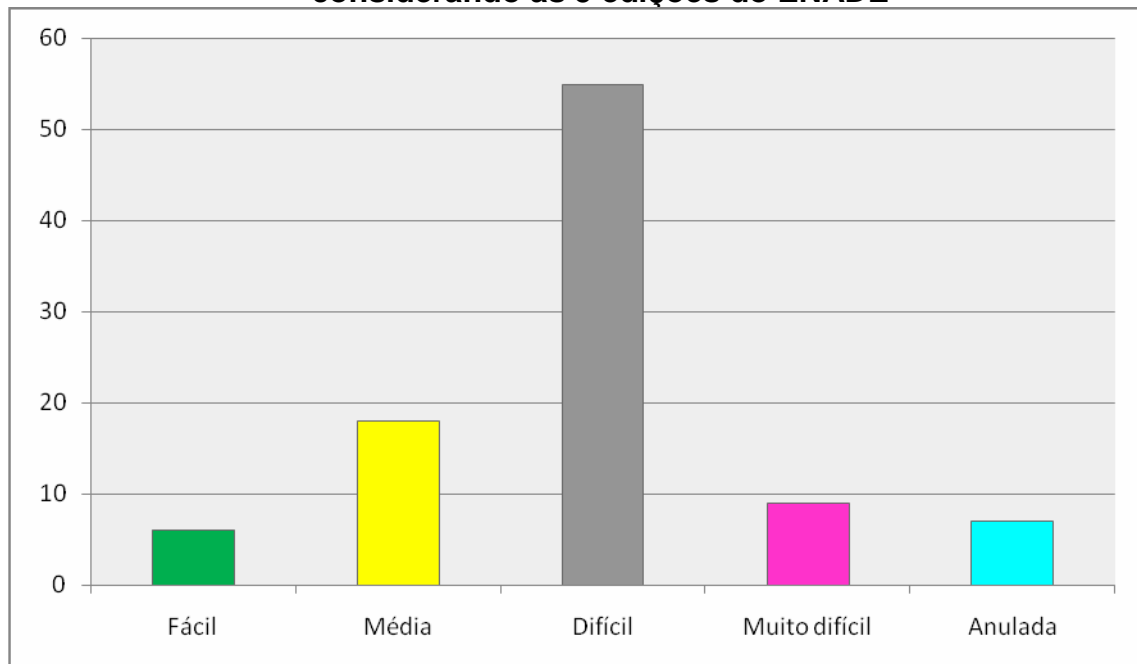
Tabela 2 – Relação entre o número de itens e a complexidade das questões, considerando as 5 edições do ENADE

Nível de dificuldade	Número de itens	Percentual
Fácil	6	6%
Média	18	19%
Difícil	55	58%
Muito difícil	9	10%
Anulada	7	7%

Fonte: Dados da pesquisa

Observando a Tabela 2, concluímos que a maioria das questões (58%) foram classificadas, de acordo com o relatório síntese disponibilizado pelo INEP, como difíceis, conforme a performance dos alunos. Uma visão mais clara desta situação é mostrada no Gráfico 7 a seguir:

Gráfico 7 – Relação entre o número de itens e a complexidade das questões, considerando as 5 edições do ENADE



Fonte: Dados da pesquisa

Constatou-se através do Gráfico 7, que os percentuais mais expressivos são 58% para as questões classificadas como difíceis, e 6% para as classificadas como fáceis, conforme a performance dos alunos.

4 ANÁLISE DOS ITENS POR OBJETO DE CONHECIMENTO

De acordo com a pesquisa realizada com os 28 docentes que lecionam Física em IES públicas e privadas, uma de suas preocupações está relacionada ao objeto de conhecimento abordado nas questões do ENADE nas diversas modalidades de Engenharia. Muitos professores relataram uma preocupação em identificar os objetos de conhecimento mais exigidos, para que pudessem de certa forma preparar melhor os alunos, dando um enfoque especial aos conteúdos mais frequentes.

Dessa forma, analisamos os 95 itens selecionados nas 5 edições do ENADE, contemplando todas as modalidades de Engenharia, e classificamos os itens conforme o objeto de conhecimento exigido para a resolução da questão.

As portarias do ENADE referentes a cada edição orientam as IES, os docentes e os alunos sobre as características da avaliação. De acordo com a portaria INEP Nº 490/2017 (BRASIL, 2017), relacionada aos cursos de Engenharia, a Física é abordada como uma das disciplinas do núcleo de conteúdos básicos, porém, a portaria não faz nenhuma referência aos seus objetos de conhecimento. Para a análise, classificamos os 95 itens selecionados, conforme os 15 objetos de conhecimento descritos a seguir:

- Cinemática;
- Momento linear
- Centro de massa;
- Leis de Newton;
- Gravitação universal;
- Trabalho, energia e potência;
- Torque e momento angular;
- Movimento do corpo rígido;
- Fluidos;
- Termodinâmica;
- Eletricidade e Magnetismo;
- Física Ondulatória;
- Ótica Física;
- Física Moderna;
- Estrutura da Matéria.

Elaboramos o Quadro 15 a seguir, objetivando relacionar os itens selecionados com os objetos de conhecimento, dispostos anteriormente. Para tal, adotamos a seguinte convenção:

XXgY, em que XX corresponde ao número da questão, gY corresponde ao grupo, exemplo: 13G1: Questão 13 do Grupo 1

Quadro 15 – Relação dos itens por objeto de conhecimento - Edição 2005

OBJETO DE CONHECIMENTO	ITENS
Cinemática	13G1; 14G1; 29G1; 57G6; 35G7
Momento linear	
Centro de massa	
Leis de Newton	15G8; 32G8; 33G8
Gravitação universal	
Trabalho, energia e potência	16G1;17G1;26G3
Torque e momento angular	15G1;31G8
Movimento do corpo rígido	
Fluidos	11G1;22G1; 20G3; 32G7; 12G8; 16G8
Termodinâmica	26G2; 19G3; 21G3; 27G4; 35G4; 35G5; 28G8
Eletricidade e Magnetismo	12G1; 18G2; 21G2; 28G2; 25G3; 30G7; 34G8
Física Ondulatória	08G1;09G1
Ótica Física	
Física Moderna	
Estrutura da Matéria	

Fonte: Dados da pesquisa

Nota-se que dos 15 objetos de conhecimento da Física, apenas 8 objetos foram solicitados na edição de 2005. Termodinâmica e Eletricidade/Magnetismo, foram os mais solicitados na avaliação, cada um deles contemplando 7 questões. Em seguida, fluidos e cinemática aparecem com 6 questões e 5 questões respectivamente. Leis de Newton, Trabalho, Energia e Potência foi abordado em 3

questões em cada um desses objetos de conhecimento. Finalmente, Torque e Momento angular e Física Ondulatória, foram constatados 2 itens de cada um desses objetos de conhecimento

Quadro 16 – Relação dos itens por objeto de conhecimento - Edição 2008

OBJETO DE CONHECIMENTO	ITENS
Cinemática	57G7
Momento linear	
Centro de massa	
Leis de Newton	19G8
Gravitação universal	
Trabalho, energia e potência	18G1
Torque e momento angular	33G7
Movimento do corpo rígido	
Fluidos	32G1; 67G1; 56G7; 20G8
Termodinâmica	03G1; 34G7
Eletricidade e Magnetismo	16G1; 25G5
Física Ondulatória	
Ótica Física	23G5
Física Moderna	24G5
Estrutura da Matéria	

Fonte: Dados da pesquisa

Na edição de 2008, Fluidos, foi o objeto de conhecimento mais abordado, com um total de 4 itens. Termodinâmica e Eletricidade/Magnetismo foram solicitadas contemplando 2 questões de cada objeto de conhecimento. Finalmente, observamos 1 item solicitado relacionado a Cinemática, Leis de Newton, Trabalho, Energia e Potência, torque e Momento angular, Óptica e Física moderna. (Quadro 16)

Quadro 17 – Relação dos itens por objeto de conhecimento - Edição 2011

OBJETO DE CONHECIMENTO	ITENS
Cinemática	09G7
Momento linear	
Centro de massa	
Leis de Newton	17G1
Gravitação universal	
Trabalho, energia e potência	10G3; 11G3
Torque e momento angular	
Movimento do corpo rígido	
Fluidos	18G3; 09G4
Termodinâmica	14G2; 17G3; 19G3; 17G4
Eletricidade e Magnetismo	10G2;12G2;17G2;20G2;27G2;31G2;10G5;21G7
Física Ondulatória	
Ótica Física	
Física Moderna	
Estrutura da Matéria	

Fonte: Dados da pesquisa

Na edição de 2011, apenas 06 objetos de conhecimento foram solicitados na avaliação, sendo que o mais cobrado foi Eletricidade/Magnetismo, contemplando 8 itens. Observa-se que 4 itens foram solicitados relacionados a Termodinâmica, 2 itens relacionados a Fluidos, 2 itens relacionados a Trabalho, Energia e Potência e apenas 1 item relacionado a Cinemática e 1 item relacionados a Leis de Newton. (Quadro 17)

Quadro 18 – Relação dos itens por objeto de conhecimento - Edição 2014

OBJETO DE CONHECIMENTO	ITENS
Cinemática	09 Geral; 28Geral; 25 Civil
Momento linear	
Centro de massa	
Leis de Newton	
Gravitação universal	
Trabalho, energia e potência	21Química
Torque e momento angular	
Movimento do corpo rígido	
Fluidos	
Termodinâmica	12Geral; 20Geral; 34 Mecân; 27Quím
Eletricidade e Magnetismo	10Ger;19Elet; 21 Elet,29 Elet; 31 Elet;24Quim
Física Ondulatória	
Ótica Física	
Física Moderna	
Estrutura da Matéria	

Fonte: Dados da pesquisa

No Quadro 18, adotamos a seguinte convenção:

XXModalidade, em que XX corresponde ao número da questão e é seguido da modalidade de Engenharia abordada, exemplo:

13Elet: Questão 13 da modalidade Elétrica

Nessa edição, observando as diversas modalidades de Engenharia, o objeto de conhecimento mais solicitado na avaliação foi Eletricidade e Magnetismo, contemplando 6 questões, seguido de Termodinâmica com 4 questões. Cinemática também foi um objeto de conhecimento abordado nessa edição, onde constatamos um total de 3 itens. Finalmente, Trabalho, Energia e Potência, aparece em 1 item na avaliação de Engenharia Química. Vale ressaltar que a avaliação para o curso de

Engenharia Elétrica, abordou 4 itens de Eletricidade e Magnetismo, o que se justifica por ser diretamente relacionada ao curso.

Quadro 19 – Relação dos itens por objeto de conhecimento - Edição 2017

OBJETO DE CONHECIMENTO	ITENS
Cinemática	33Civil
Momento linear	
Centro de massa	
Leis de Newton	
Gravitação universal	
Trabalho, energia e potência	23Geral
Torque e momento angular	28Mecânica
Movimento do corpo rígido	
Fluidos	14Geral; 32Geral
Termodinâmica	25Geral;12Ambient; 21Mec; 35Mec
Eletricidade e Magnetismo	03Geral;16Geral,25Elet; 27Elet;35Elet
Física Ondulatória	
Ótica Física	
Física Moderna	
Estrutura da Matéria	

Fonte: Dados da pesquisa

No Quadro 19, adotamos a seguinte convenção: XXModalidade, em que XX corresponde ao número da questão e é seguido da modalidade de Engenharia abordada, exemplo: 28Mec : Questão 28 da modalidade Mecânica

Na edição de 2017, 5 itens relacionados à Eletricidade e Magnetismo são contemplados. Termodinâmica e Fluidos também são abordados com 4 questões e 2 questões, respectivamente. O demais objetos de conhecimento solicitados nessa edição foram Cinemática, Trabalho, energia e potência e Torque e momento angular, contemplando 1 item em cada um dos objetos. Vale ressaltar também que,

assim como na edição de 2014, Eletricidade e magnetismo foi o objeto de conhecimento mais frequentes na avaliação do curso de Engenharia Elétrica.

Quando analisamos as 5 edições do ENADE para as diversas modalidades de Engenharia, observamos que alguns objetos de conhecimento de Física são evocados com maior frequência, em que Eletricidade e Magnetismo corresponde a 28 itens, dentre os 95 analisados, o que representa aproximadamente 30% do total dos itens. Outro objeto de conhecimento também muito abordado é Termodinâmica, com 21 itens, o que representa aproximadamente 22% dos itens analisados.

A Tabela 3 a seguir, indica o número de itens nas 5 edições do ENADE, relacionados com os respectivos objetos de conhecimento.

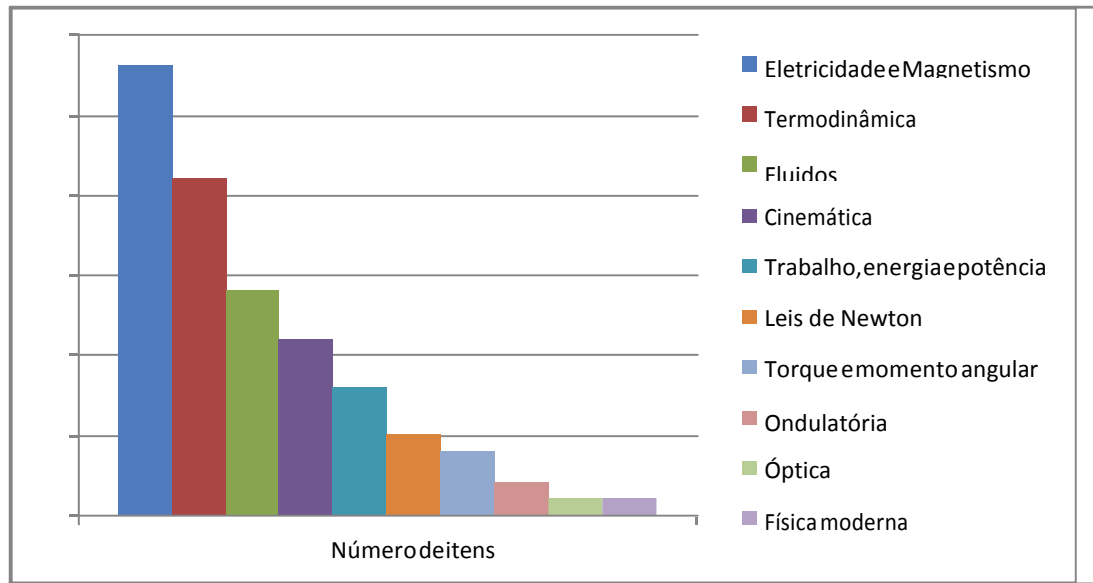
Tabela 3 – Número de itens por objeto de conhecimento a cada edição

Objeto de Conhecimento	Edição				
	2005	2008	2011	2014	2017
Cinemática	5	1	1	3	1
Leis de Newton	3	1	1	0	0
Trabalho, Energia e Potência	3	1	2	1	1
Torque e Momento angular	2	1	0	0	1
Fluidos	6	4	2	0	2
Termodinâmica	2	1	4	4	4
Eletricidade e Magnetismo	7	2	8	6	5
Ondulatória	2	0	0	0	0
Óptica	0	1	0	0	0
Física moderna	0	1	0	0	0

Fonte: Dados da pesquisa

A seguir, mostramos o Gráfico 8, em que os objetos de conhecimento abordados nas 5 edições do ENADE, são analisados de forma percentual.

Gráfico 8 – Percentual de itens por objeto de conhecimento



Fonte: Dados da pesquisa

Verificou-se, através do Gráfico 8, que os objetos de conhecimento mais solicitados nas edições do Exame são Eletricidade e Magnetismo, Termodinâmica e Fluidos respectivamente. A ênfase nesses objetos de conhecimento é pertinente, pois o Exame é voltado para os cursos de Engenharia, no qual tais conteúdos são explorados em diversas disciplinas.

5 ANÁLISE DOS OBJETOS DE CONHECIMENTO EM RELAÇÃO À DIFICULDADE DOS ITENS NA PERFORMANCE DOS ALUNOS

Através do relatório síntese para as diversas modalidades de Engenharia, disponibilizado pelo INEP, e da análise das 95 questões selecionadas por conterem Física de forma direta ou interdisciplinar, elaboramos a tabela e a seguir o gráfico, retratando a inter-relação existente:

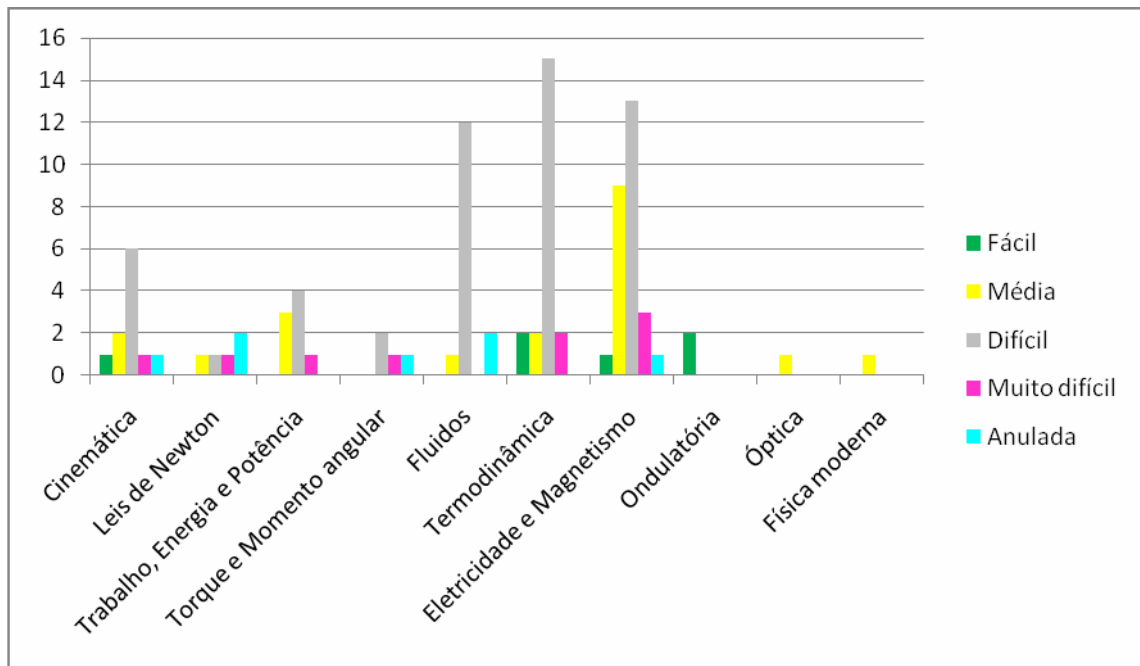
A Tabela 4 foi elaborada levando em consideração os 10 objetos de conhecimento encontrados nas 5 edições do ENADE nas 46 avaliações analisadas. A dificuldade dos itens foi abordada com as classificações fácil, média, difícil, muito difícil e anulada, conforme o relatório síntese disponibilizado pelo INEP.

Tabela 4 – Dificuldade dos itens em relação ao objeto de conhecimento

Complexidade	Fácil	Média	Difícil	Muito Difícil	Anulada
Cinemática	1	2	6	1	1
Leis de Newton	0	1	1	1	2
Trabalho, Energia e Potência	0	3	4	1	0
Torque e Momento angular	0	0	2	1	1
Fluidos	0	1	12	0	2
Termodinâmica	2	2	15	2	0
Eletricidade e Magnetismo	1	9	13	3	1
Ondulatória	2	0	0	0	0
Óptica	0	1	0	0	0
Física moderna	0	1	0	0	0

Fonte: Dados da pesquisa

A partir dos dados obtidos, elaboramos o seguinte gráfico: (Gráfico 9)

Gráfico 9 – Dificuldade dos itens em relação aos objetos de conhecimento

Fonte: Dados da pesquisa

Constatou-se a partir do Gráfico 9, que os objetos de conhecimento relacionados com as questões classificadas como difíceis conforme a performance dos alunos são: Termodinâmica (16%), Eletricidade e Magnetismo (14%) e Fluidos (13%). Observa-se, durante a graduação nos cursos de Engenharia, uma dificuldade dos alunos nas disciplinas que envolvem tais objetos de conhecimentos, ocasionadas por diversos fatores, como desconhecimento de seus princípios básicos.

6 ANÁLISE DOS ITENS SEGUNDO A TAXONOMIA DE BLOOM REVISADA

A TBR visa compreender a complexidade de um item, identificando o domínio do conhecimento e os processos cognitivos necessários para sua resolução.

A primeira avaliação a ser analisada foi referente ao Grupo 1 da edição de 2005, a partir da qual obtivemos o seguinte quadro: (Quadro 20)

Quadro 20 – Quadro bidimensional da TBR/2005 grupo 1

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual		12, 13	11, 12, 13, 14, 16	08, 09, 17	08	
	Procedural	15	15	22, 29	29		
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando o Quadro 20, observamos que a dimensão do conhecimento mais solicitada é a *Conceitual*, relacionada à dimensão do processo cognitivo *Aplicar*. Este resultado é exemplificado a seguir:

Exemplo 1: Questão 16

É exigida do aluno a aplicação, através de uma equação, de um conceito associado a sistemas físicos amortecidos.

Figura 9 – Questão 16: Grupo 1 - Edição 2005

Texto para as questões 16 e 17.

Diversos sistemas físicos amortecidos encontrados em engenharia podem ter seu comportamento expresso por meio de equações diferenciais ordinárias não-homogêneas de segunda ordem. A resolução desse tipo de equação envolve a obtenção da resposta $y_h(t)$ da equação diferencial homogênea associada, que expressa o comportamento do sistema livre de excitações externas, e a obtenção de uma solução particular $y_p(t)$ da equação não-homogênea. A soma de $y_p(t)$ e $y_h(t)$ fornece a solução geral da equação não-homogênea. A resposta livre permite identificar a frequência das oscilações amortecidas (f) e a constante de amortecimento (k) do sistema. Considere que a resposta livre de um sistema seja dada pela função

$$y_h(t) = 5e^{-kt} \cos(2\pi ft),$$

cujo gráfico está ilustrado na figura a seguir.

16
A frequência das oscilações amortecidas do sistema cuja resposta livre está apresentada no texto é igual a
(A) 0,1 Hz. (B) 0,15 Hz. (C) π rad/s. (D) 10 rad/s. (E) 10 Hz.

Fonte: Relatório síntese INEP 2005

A análise dos itens referentes a avaliação do Grupo 2 da edição de 2005, será mostrada a seguir: (Quadro 21)

Quadro 21 – Quadro bidimensional da TBR/2005 grupo 2

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual	26	12, 13	11, 12, 13, 14, 16	08, 09, 17, 21	08	
	Procedural	15	15, 18	18, 28			
	Metacognitivo						

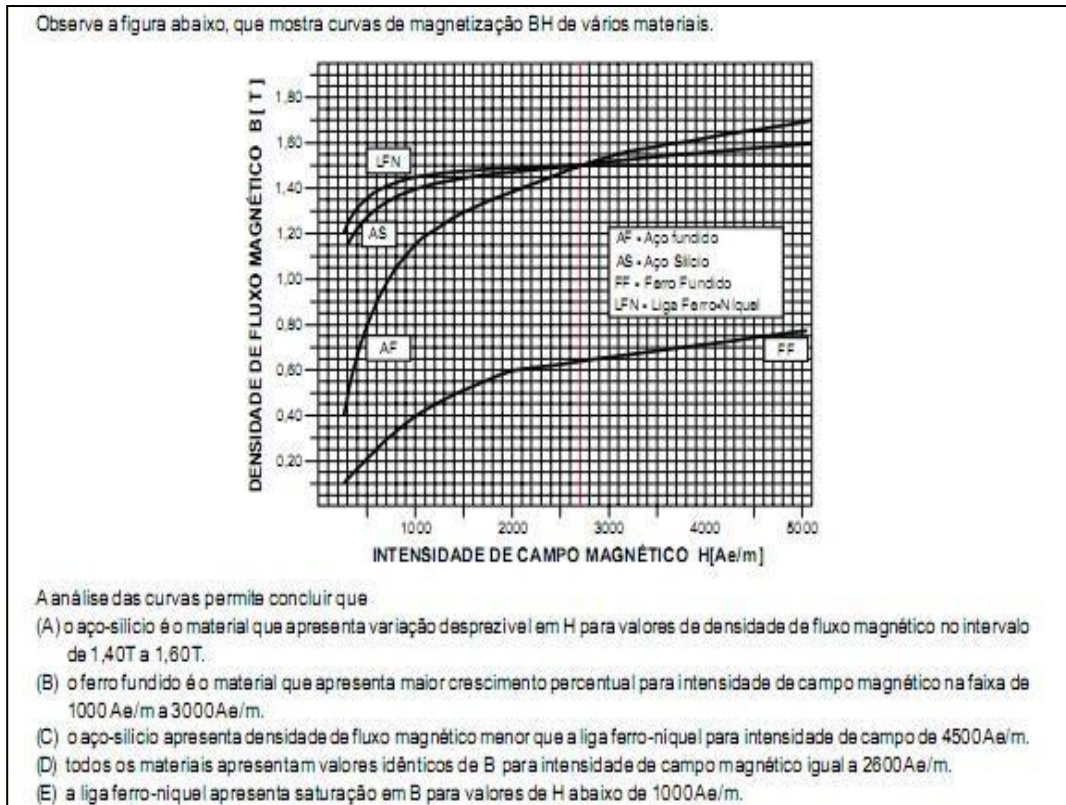
Fonte: Elaborado pelo autor

Ainda na edição de 2005, agora no Grupo 2, observamos que a dimensão do conhecimento mais abordada é novamente a *Conceitual*, relacionada a dimensão do processo cognitivo *Aplicar*.

Com o intuito de exemplificar a classificação dos itens pela Taxonomia de Bloom Revisada, mostramos na Figura 10, o item 21, associado à dimensão do conhecimento *conceitual* relacionado ao processo cognitivo *Analisar*;

Exemplo 2: Figura 10

Figura 10 – Questão 21: Grupo 2 - Edição 2005



Fonte: Relatório síntese INEP 2005

No exemplo anterior, o aluno deveria conhecer conceitos de Magnetismo e analisar o gráfico presente na questão, relacionando o Fluxo e o Campo magnético com os tipos de ligas utilizadas.

No Grupo 3, da edição de 2005, obtivemos o Quadro 22;

Quadro 22 – Quadro bidimensional da TBR/2005 grupo 3

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual	21	12, 13, 21	11, 12, 13, 14, 16	08, 09, 17, 25, 26	08, 25, 26	
	Procedural	15	15, 19, 20	19, 20			
	Metacognitivo						

Fonte: Dados da pesquisa

Diferentemente dos grupos anteriores, no caso da dimensão *Conceitual* relacionada ao processo cognitivo *Analisar* e *Aplicar*, foi encontrado o mesmo número de itens.

Com o intuito de exemplificar a classificação dos itens, mostramos o item 25 (Figura 11), associado à dimensão do conhecimento *Conceitual* relacionado ao processo cognitivo *Avaliar*.

Exemplo 3: Figura 11

Figura 11 – Questão 25: Grupo 3 - Edição 2005

25

O extensômetro (*strain gage*) é um sensor limitado à medição de pequenas deformações elásticas.

PORQUE

O extensômetro, ao ser alongado junto com a peça na qual está colado, produz, em sua resistência, uma variação proporcional ao alongamento, que pode ser medida com uma Ponte de Wheatstone, um amplificador e um voltímetro.

Analisando essas afirmações, conclui-se que

(A) as duas afirmações são verdadeiras e a segunda justifica a primeira.
 (B) as duas afirmações são verdadeiras e a segunda não justifica a primeira.
 (C) a primeira afirmação é verdadeira e a segunda é falsa.
 (D) a primeira afirmação é falsa e a segunda é verdadeira.
 (E) as duas afirmações são falsas.

Fonte: Relatório síntese INEP 2005

Na questão anterior, o aluno deverá conhecer conceitos relacionados ao extensômetro e avaliar as afirmações das alternativas.

No Grupo 4, da edição 2005 do ENADE, montamos o seguinte quadro; (Quadro 23)

Quadro 23 – Quadro bidimensional da TBR/2005 grupo 4

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual		12, 13	11, 12, 13, 14, 16	08, 09, 17, 35	08	
	Procedural	15, 27	15				
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Novamente, a dimensão do conhecimento conceitual foi a mais evocada, sobretudo os processos cognitivos *Aplicar e Analisar*.

Para o Grupo 5, o Quadro 24 foi elaborado:

Quadro 24 – Quadro bidimensional da TBR/2005 grupo 5

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual	35	12, 13	11, 12, 13, 14, 16, 35	08, 09, 17	08	
	Procedural	15	15				
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse grupo, a dimensão do conhecimento *Conceitual* foi, de forma expressiva, a mais requerida.

Ainda na edição 2005, do ENADE, para o Grupo 6, elaboramos o Quadro 25:

Quadro 25 – Quadro bidimensional da TBR/2005 grupo 6

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual		12, 13	11, 12, 13, 14, 16	08, 09, 17	08	
	Procedural	15	15	57			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Observamos, mais uma vez, que a dimensão do conhecimento conceitual foi, a mais solicitada, sobretudo na dimensão cognitiva *Aplicar*.

No Grupo 7, obtivemos o Quadro 26 a seguir:

Quadro 26 – Quadro bidimensional da TBR/2005 grupo 7

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual	30	12, 13, 30, 35	11, 12, 13, 14, 16, 35	08, 09, 17, 32	08	
	Procedural	15	15				
	Metacognitivo						

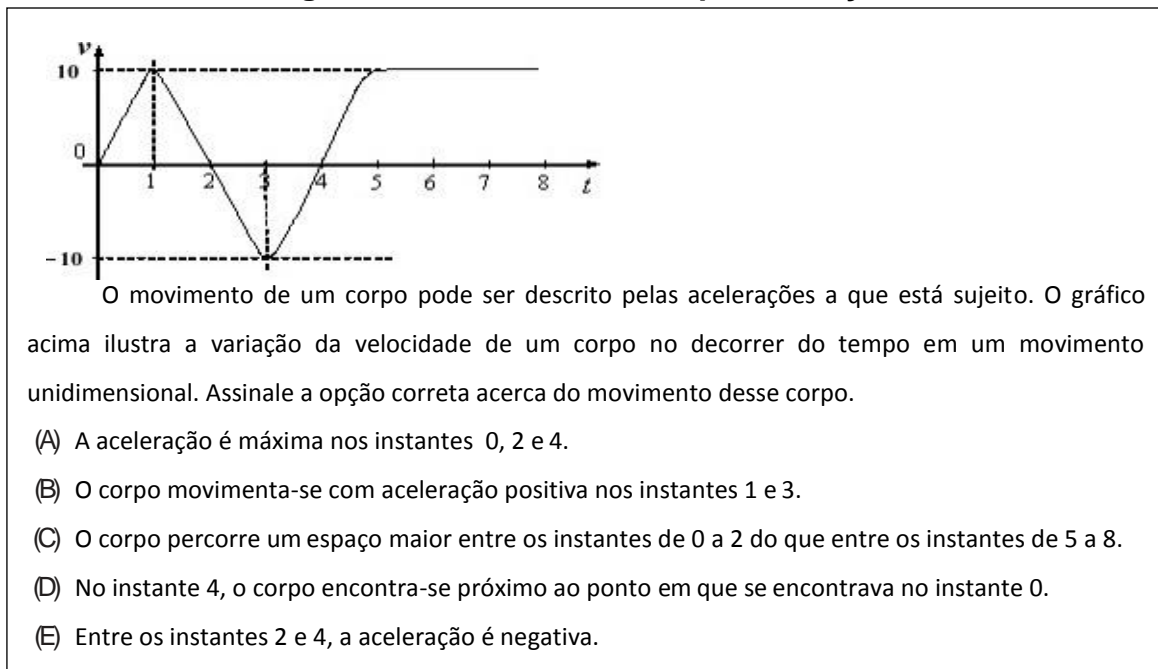
Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse grupo, observamos um número expressivo de itens, contemplando Física, de forma direta ou interdisciplinar. Porém, como nos grupos anteriores, a dimensão do conhecimento mais exigida, continuou a ser o Conhecimento *Conceitual* relacionada ao processo cognitivo *Aplicar*.

Para ilustrar a classificação da dimensão do Conhecimento *Conceitual* relacionado a dimensão do processo cognitivo *Entender*, mostraremos na Figura 12 a questão 35, desse grupo.

Exemplo 4: Figura 12

Figura 12 – Questão 35: Grupo 7 - Edição 2005



Fonte: Relatório síntese INEP 2005

Para que o aluno consiga resolver essa questão, é necessário que entenda os conceitos de Cinemática, em que conceitos como velocidade, tempo e aceleração são exigidos.

Para finalizar a 1ª Edição do ENADE, mostraremos o Quadro 27, elaborado correspondente ao Grupo 8, a seguir;

Quadro 27 – Quadro bidimensional da TBR/2005 grupo 8

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	31					
	Conceitual			15	33		
	Procedural	16	12	12, 34	16, 28, 32	32	
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Diferentemente dos outros grupos dessa edição, o grupo 08 exigiu dos alunos um número bem maior no domínio do conhecimento *Procedural* relacionado, sobretudo ao domínio cognitivo *Analisar*, em que 3 itens foram classificados.

Uma questão interessante para exemplificar dois processos cognitivos solicitados simultaneamente é o item 12 (Fig. 13). Nessa questão, os processos *Cognitivos Entender e Aplicar*, são necessários para a resolução do item, relacionados à dimensão do conhecimento *Procedural*, como mostrado a seguir:

Exemplo 5:

Figura 13 – Questão 12: Grupo 8 - Edição 2005

12

Para atender a uma determinada atividade produtiva, foi projetado um recipiente para água, conforme a Fig. 1. Considerando-se que a água dentro do recipiente altera a sua altura com o passar do tempo, em função do consumo e do reabastecimento, foi elaborado o gráfico que representa o volume armazenado em função da altura (Fig. 2).

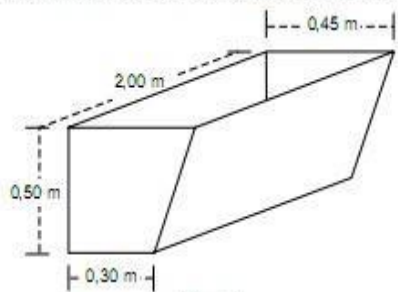


Figura 1

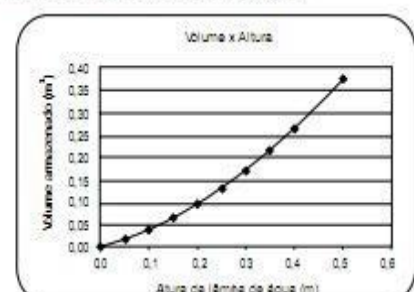


Figura 2

Nessas condições e com base na função parabólica $V = ah^2 + bh + c$, seus coeficientes são:

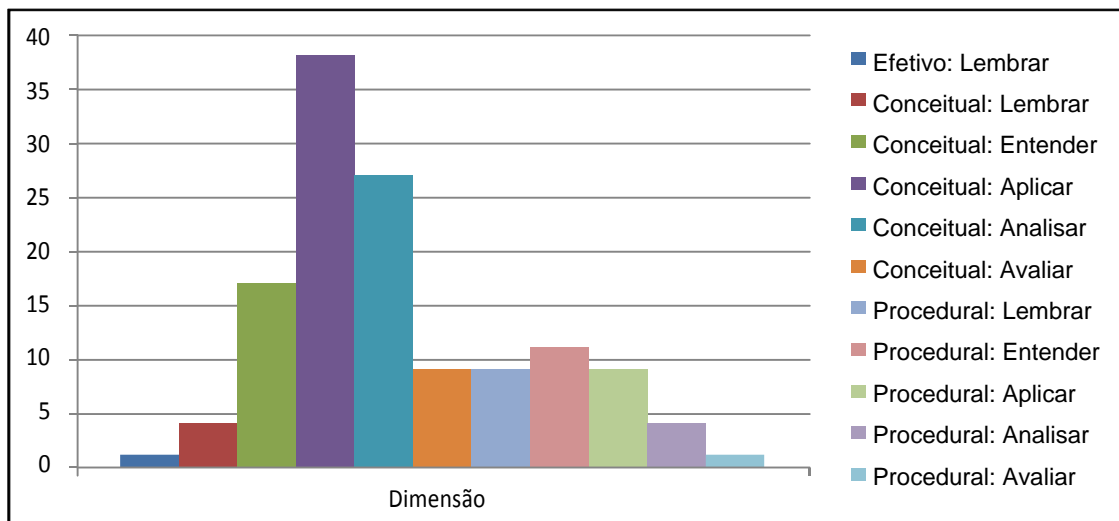
(A) $a = 0,90$ $b = 0,30$ $c = 1,0$
 (B) $a = 0,90$ $b = 0,30$ $c = 0$
 (C) $a = 0,90$ $b = -0,30$ $c = -0,30$
 (D) $a = -0,90$ $b = 0,30$ $c = 0$
 (E) $a = -0,90$ $b = -0,30$ $c = 1,0$

Fonte: Relatório síntese INEP 2005

No procedimento descrito no item, o aluno deve entender o processo e aplicar as equações pertinentes ao cálculo para obter a resposta correta.

Objetivando uma análise completa da edição de 2005 do ENADE, contemplando todas as modalidades de Engenharia, elaboramos um gráfico, em que todas as dimensões, tanto do conhecimento quanto dos processos cognitivos são contabilizadas. Vale ressaltar que na Edição de 2005 foram analisadas 35 questões que envolvem Física diretamente ou de forma interdisciplinar e que muitos itens envolvem mais de um tipo de processo cognitivo para a sua execução. Dessa forma, o somatório dos itens relacionados no Gráfico 10, a seguir será superior a 35 processos cognitivos.

Gráfico 10 – Processos cognitivos relacionados ao número de itens/Edição 2005



Fonte: Dados da pesquisa

Passando a analisar a edição do ENADE referente ao ano de 2008, observamos que o padrão de divisão das diversas modalidades de Engenharia em 8 grupos se manteve.

Iniciamos por analisar os Grupos 1, 2, 3, 4 e 6 simultaneamente. A análise desses 4 grupos foi possível, pois os itens selecionados fazem parte do núcleo comum a todas as modalidades de Engenharia, sendo, portanto, repetidos. A alocação dos itens conforme a TBR é mostrada no Quadro 28, no qual observamos a existência de apenas 3 itens, relacionados à dimensão do conhecimento *Conceitual* associado aos processos cognitivos *Entender*, *Aplicar* e *Analisar*.

Quadro 28 – Quadro bidimensional da TBR/2008 grupo 1, 2, 3, 4 e 6

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual		03	16, 18	18		
	Procedural						
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação ao quinto grupo da edição de 2008, observamos ser a dimensão do conhecimento *Conceitual* a mais explorada, sobretudo associada ao processo cognitivo *Aplicar*. (Quadro 29)

Quadro 29 – Quadro bidimensional da TBR/2008 grupo 5

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	25					
	Conceitual		03	16, 18, 24	18, 23	23	
	Procedural						
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

O Quadro bidimensional da Taxonomia de Bloom Revisada (Quadro 30) para o grupo 07 foi elaborada da seguinte forma:

Quadro 30 – Quadro bidimensional da TBR/2008 grupo 7

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	34					
	Conceitual		03	16, 18, 57	18, 56, 57		
	Procedural		33	33			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Como nos quadros anteriores relacionados à edição de 2008, novamente a dimensão do conhecimento mais solicitada pelos alunos para a resolução das questões foi a *Conceitual*.

Com o intuito de explicar como foi realizada a classificação utilizando o quadro bidimensional da TBR, observamos a questão 34. Tal questão foi

classificada na dimensão do conhecimento *Efetivo*, relacionado à dimensão do processo cognitivo *efetivo/factual*, em que basta o aluno simplesmente recordar um conceito para a resolução correta do item.

Exemplo 6:

Figura 14 – Questão 34: Grupo 7 - Edição 2008

QUESTÃO 34

Os eixos estão presentes em grande parte das máquinas agrícolas e constituem uma estrutura mecânica que, na maioria das vezes, suporta duas ou mais polias. Podem ser instalados horizontalmente ou verticalmente. No dimensionamento de um eixo horizontal, os principais esforços a serem considerados são

A a flambagem e a torção.
 B a torção e o cisalhamento.
 C a torção e a flexão.
 D a flexão e a compressão.
 E o cisalhamento e a flambagem.

Fonte: Relatório síntese INEP 2008

No último Grupo dessa edição, o quadro bidimensional (Quadro 31) foi elaborado da seguinte forma:

Quadro 31 – Quadro bidimensional da TBR/2008 grupo 8

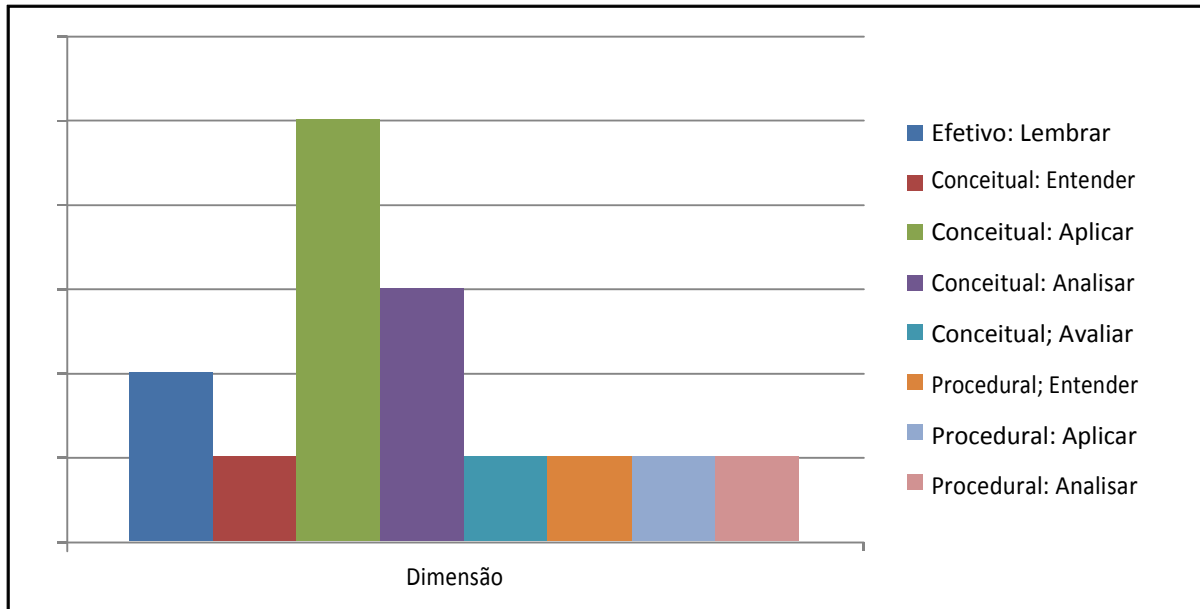
Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual		03	16, 18, 19	18		
	Procedural				20		
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Como o propósito de realizar uma análise detalhada do ENADE, edição 2008, contemplando todas as modalidades de Engenharia representadas por todos os grupos, fizemos um gráfico, consolidando todas as dimensões, tanto do conhecimento quanto dos processos cognitivos. Vale ressaltar que na Edição de 2008 foram analisadas 14 questões que envolvem Física diretamente ou de forma interdisciplinar, muitas delas requerendo mais de um processo cognitivo para a sua

execução. Dessa forma, o somatório dos itens relacionados no Gráfico 11, a seguir será superior a 14 processos cognitivos.

Gráfico 11 – Processos cognitivos relacionados ao número de itens/Edição 2008



Fonte: Dados da pesquisa

Ao analisar o gráfico 11, observamos que a dimensão do conhecimento *Conceitual* associada à dimensão do processo cognitivo *Aplicar* foi a mais solicitada na 2ª edição do ENADE.

Na 3ª edição do ENADE, em 2011, para as diversas modalidades de Engenharia. Foram analisados 18 itens distintos. Diferentemente das edições anteriores, mesmo nas questões do Núcleo Comum, não encontramos itens repetidos. No Grupo 1, classificamos a única questão selecionada conforme o quadro bidimensional da TBR (Quadro 32) da seguinte forma:

Quadro 32 – Quadro bidimensional da TBR/2011 grupo 1

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual						
	Procedural			17			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o Grupo 2, elaboramos o seguinte Quadro 33:

Quadro 33 – Quadro bidimensional da TBR/2011 grupo 2

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	14					
	Conceitual			12, 27	10, 27	10, 31	
	Procedural			17, 20			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Observamos nesse grupo, a predominância da dimensão do conhecimento Conceitual, com os processos cognitivos *Aplicar*, *Analisar* e *Avaliar*, sendo abordados.

Em relação ao grupo 03 da edição 2011 do ENADE, montamos o seguinte quadro bidimensional (Quadro 34):

Quadro 34 – Quadro bidimensional da TBR/2011 grupo 3

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			11, 17	17, 19	19	
	Procedural		18	10,18			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Observamos nesse grupo que apesar do pequeno número de itens, a quantidade de processos cognitivos utilizados para a resolução das questões é considerável, com mais de um processo cognitivo evocado na sua resolução.

No quarto grupo da edição de 2011, apenas 02 itens foram selecionados, porém, diferentemente da maioria dos grupos anteriores, a dimensão do conhecimento *Procedural* foi a mais abordada, conforme podemos observar no quadro a seguir: (Quadro 35).

Quadro 35 – Quadro bidimensional da TBR/2011 grupo 4

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual						
	Procedural		17	09, 17			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

No Grupo 5, apenas 01 item foi selecionado, relacionado à dimensão do conhecimento procedural *Aplicar e Analisar*. (Quadro 36).

Quadro 36 – Quadro bidimensional da TBR/2011 grupo 5

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual						
	Procedural			10	10		
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao selecionarmos os itens que contemplavam Física de forma direta ou interdisciplinar, não encontramos nenhuma questão nos Grupos 6 e 8 da edição 2011 do ENADE.

Finalizaremos então a análise dessa edição, com o Grupo 7, em que podemos observar que a dimensão do conhecimento *Conceitual* foi a única abordada em 02 itens, relacionadas às dimensões dos processos cognitivos *Entender, Aplicar e Avaliar*. (Quadro 37).

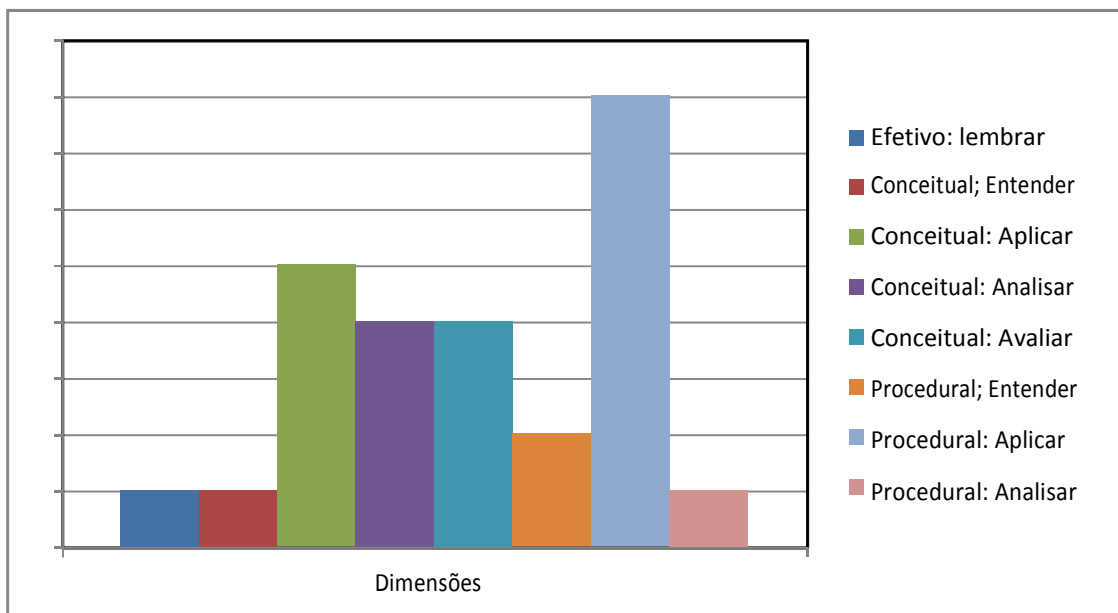
Quadro 37 – Quadro bidimensional da TBR/2011 grupo 7

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual		09	09		21	
	Procedural						
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Para uma análise mais específica do ENADE, Edição 2011, elaboramos o gráfico seguinte, em que todas as dimensões foram abordadas. Vale ressaltar que na Edição de 2011 foram analisados 18 itens que envolvem Física diretamente ou de forma interdisciplinar e que muitas dessas questões envolvem mais de um tipo de processo cognitivo para a sua execução. Dessa forma, o somatório dos itens relacionados no gráfico a seguir será superior a 18 processos cognitivos. Vale ressaltar também que nessa edição não houve nenhuma questão repetida, nem mesmo no Núcleo Comum das Engenharias.

Gráfico 12 – Processos cognitivos relacionados ao número de itens/Edição 2011



Fonte: Dados da pesquisa

Diante do Gráfico 12, relativo à edição de 2011, percebemos que a dimensão do conhecimento *Procedural* superou as demais dimensões, sobretudo a dimensão *Conceitual* que até então, de acordo com as edições de 2005 e 2008, era a mais abordada nas edições do ENADE.

Fizemos uma análise da edição de número 04 do ENADE, aplicada em 2014. Essa edição mostra-se um pouco diferente das anteriores pelo fato de as diversas modalidades de Engenharia não virem mais agrupadas e sim em modalidades específicas de Engenharia. Tem-se ainda um grupo denominado de “Engenharia geral”, utilizado para designar um grupo de Engenharias com um número menos expressivo de alunos no Brasil.

Iniciamos nosso estudo pela modalidade de Engenharia geral, aplicada aos alunos na edição do ENADE 2014.

Nessa modalidade, percebemos a dimensão do conhecimento *Conceitual* mais expressiva que as demais, conforme mostrado no Quadro 38, a seguir:

Quadro 38 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia Geral

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			12, 20, 28	10, 12	10	
	Procedural			09			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Ao analisar alguns quadros bidimensionais da TBR, relacionadas a alguns cursos de Engenharia, notamos, assim como na Engenharia geral, uma maior quantidade de itens selecionados que utilizavam a dimensão do conhecimento *Conceitual* de forma mais expressiva. São eles: Engenharia Civil, Engenharia de Alimentos, Engenharia Ambiental, Engenharia de Computação, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia Elétrica, Engenharia Florestal, Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção, conforme os respectivos quadros a seguir (Quadros 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 46):

Quadro 39 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia Civil

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			12	10, 12	10	
	Procedural			09, 25			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 40 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia de Alimentos

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			12	10, 12	10	
	Procedural			09			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 41 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia Ambiental

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			12	10, 12	10	
	Procedural			09			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 42 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia de Computação

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			12	10, 12	10	
	Procedural			09			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 43 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia de Controle e Automação

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			12	10, 12	10	
	Procedural			09			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 44 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia Florestal

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			12	10, 12	10	
	Procedural			09			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 45 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia Mecânica

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			12	10, 12	10	
	Procedural			09	34	34	
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 46 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia de Produção

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual						
	Conceitual			12	10, 12	10	
	Procedural			09			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

O curso de Engenharia Química apresenta como diferencial em relação aos demais o fato de o número de itens selecionados relacionados à dimensão do conhecimento *Procedural* ser superior ao do conhecimento *Conceitual*. Tal fato pode ser observado no seguinte quadro bidimensional da classificação, de acordo com a TBR. (Quadro 47).

Quadro 47 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia Química

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual		24				
	Conceitual			12	10, 12	10	
	Procedural			09, 21, 27	21, 27		
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

O Quadro 48, correspondente ao curso de Engenharia Elétrica é mostrado a seguir:

Quadro 48 – Quadro bidimensional da TBR/2014 Engenharia Elétrica

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	29, 31					
	Conceitual			12	10, 12, 19	10, 19, 21	
	Procedural			09			
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Pela rápida observação da estrutura o quadro bidimensional relativa ao curso de Engenharia Elétrica, podemos perceber a classificação de 02 itens na dimensão do conhecimento *Efetivo Lembrar*, como por exemplo, a questão de número 29 mostrada a seguir: (Quadro 49).

Exemplo 7:

Figura 15 – Questão 29: da modalidade Engenharia Elétrica - Edição 2014

QUESTAO 29 -----

As lâmpadas a LED (*Light Emitting Diode*) possuem vida útil muito superior aos outros tipos de lâmpadas disponíveis no mercado. Além disso, elas apresentam um índice de reprodução de cor (IRC) considerado aceitável mesmo pelos padrões mais exigentes de iluminação de interiores. Oferecem, ainda, eficiência luminosa bastante superior às fluorescentes compactas e às incandescentes. Com tamanhas vantagens, verifica-se que existe uma tendência da iluminação tradicional, composta por lâmpadas incandescentes, dicróicas e fluorescentes tubulares ou compactas, ser gradualmente substituída pelas lâmpadas de LED.

Com relação aos LED, avalie as afirmações a seguir.

- I. A diferença entre os semicondutores intrínsecos e extrínsecos é que os intrínsecos apresentam impurezas dopantes inseridas de forma a ficarem retidas dentro do cristal semicondutor, e os extrínsecos possuem dopantes posicionados externamente ao cristal semicondutor.
- II. Quando a junção P-N de um LED é diretamente polarizada, elétrons e lacunas se recombinam, resultando na emissão de fótons.
- III. A luz emitida pelo LED tem comprimento de onda relacionado ao tipo de material utilizado na dopagem do semicondutor, por exemplo, gálio, alumínio, arsênio, fósforo, índio ou nitrogênio.

É correto o que se afirma em

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

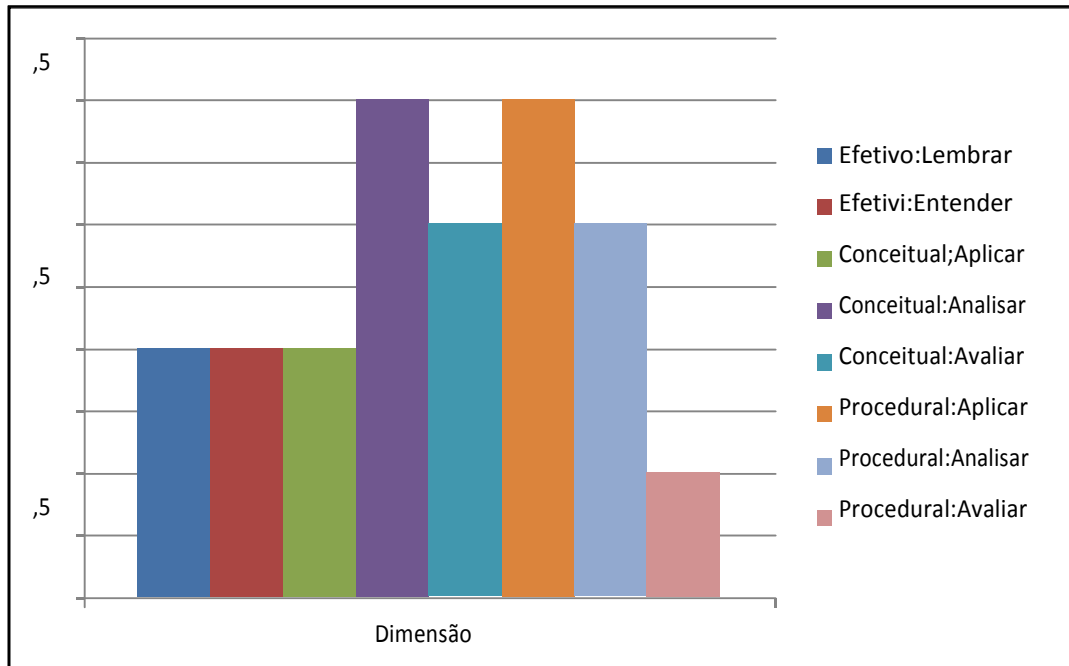
Fonte: Relatório síntese INEP 2014

A Figura 15, questão 29, mostra a superioridade das lâmpadas de LED em relação às demais. Para a resolução do item, basta que o aluno recorde os conceitos básicos sobre o conteúdo.

Objetivando uma análise completa da edição de 2014 do ENADE, contemplando todas as modalidades de Engenharia, fizemos um gráfico, consolidando todas as dimensões, tanto do conhecimento quanto dos processos cognitivos. Vale ressaltar que na Edição de 2014 foram analisados 14 itens que envolvem Física diretamente ou de forma interdisciplinar, muitos deles envolvendo mais de um tipo de processo cognitivo para a sua execução. Nessa edição, 3 itens (09, 10 e 12) eram comuns a todas as modalidades de Engenharia. Dessa forma, o

somatório dos itens relacionados no gráfico a seguir será superior a 14 processos cognitivos.

Gráfico 13 – Processos cognitivos relacionados ao número de itens/Edição 2014



Fonte: Dados da pesquisa

Pela análise do Gráfico 13, percebemos que na dimensão do conhecimento *Conceitual* e no processo cognitivo *Aplicar* o número de abordagens foi equivalente. Nessa edição, a classificação dos itens no quadro bidimensional da TBR se deu de forma mais homogênea.

A última edição do ENADE ocorreu em 2017. A forma de distribuição dos cursos de Engenharia foi semelhante à de 2014, ou seja, cada modalidade de Engenharia foi abordada separadamente e novamente se adotou a terminologia Engenharia Geral para os cursos de Engenharia com um número menor de alunos concluintes.

O Quadro 49, relativo ao curso de Engenharia Geral foi elaborado da seguinte forma:

Quadro 49 – Quadro bidimensional da TBR/2017 Engenharia Geral

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	16	16				
	Conceitual			03	03, 14	14	
	Procedural			23, 25, 32	32		
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que a dimensão do conhecimento *Conceitual* e *Procedural* foram igualmente exploradas, sobretudo no processo cognitivo *Aplicar*.

No curso de Engenharia Civil, a distribuição dos itens selecionados se dá de forma homogênea ao longo do quadro bidimensional, conforme podemos verificar no Quadro 50:

Quadro 50 – Quadro bidimensional da TBR/2017 Engenharia Civil

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	16	16				
	Conceitual			03	03, 14	14	
	Procedural				33		
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

Para os cursos de Engenharia de Alimentos, Engenharia de Computação, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Produção e Engenharia Química, observamos que as questões selecionadas (03, 14 e 16) são repetidas e se encontram classificadas no quadro anterior correspondente ao curso de Engenharia Civil.

No curso de Engenharia Mecânica, assim como na Engenharia Florestal, além das questões repetidas citadas anteriormente, observamos também três novos itens classificados no quadro bidimensional na dimensão do conhecimento *Procedural*, nos processos cognitivos *Aplicar*, *Analisar* e *Avaliar*, conforme no quadro seguinte: (Quadro 51)

Quadro 51 – Quadro bidimensional da TBR/2017 Engenharia Mecânica e Engenharia Florestal

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	16	16				
	Conceitual			03	03, 14	14	
	Procedural			35	28	21	
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

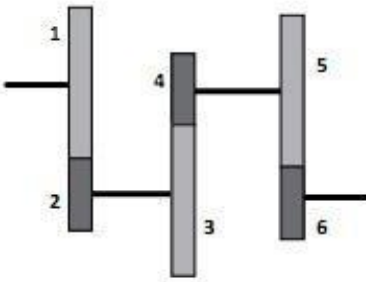
A Figura 16, questão 28, classificada no quadro bidimensional da Taxonomia de Bloom Revisada na dimensão do conhecimento *Procedural* e no processo cognitivo *Analisar*, é ilustrada a seguir.

Exemplo: 8

Figura 16 – Questão 28: da modalidade Engenharia Mecânica - Edição 2017

QUESTÃO 28

A figura a seguir representa um trem de engrenagens, em que cada uma delas está identificada por um número de 1 a 6.



Considerando que a engrenagem 1 seja a motora do trem e seus números de dentes sejam, respectivamente, $z_1 = 21$, $z_2 = 63$, $z_3 = 21$, $z_4 = 84$, $z_5 = 21$ e $z_6 = 63$, avalie as asserções a seguir e a relação proposta entre elas.

I. Desprezando-se as perdas, o torque na engrenagem 6 é 36 vezes maior que o torque na engrenagem 1.

PORQUE

II. Em um trem de engrenagens, o torque e a velocidade angular aumentam proporcionalmente à relação de transmissão.

A respeito dessas asserções, assinale a opção correta.

A As asserções I e II são proposições verdadeiras, e a II é uma justificativa correta da I.

B As asserções I e II são proposições verdadeiras, mas a II não é uma justificativa correta da I.

C A asserção I é uma proposição verdadeira, e a II é uma proposição falsa.

D A asserção I é uma proposição falsa, e a II é uma proposição verdadeira.

E As asserções I e II são proposições falsas.

Fonte: Relatório Síntese INEP 2017

Para a correta resolução do item, o aluno teria de analisar o trem de engrenagens, muito utilizado na Engenharia Mecânica e, a partir dessa análise, relacionar o torque, a velocidade angular e a relação de transmissão do procedimento solicitado.

Analisaremos a seguir o curso de Engenharia Elétrica, em que constatamos que os itens são mais abordados na dimensão do conhecimento *Conceitual*, cujos dados se encontram no Quadro 52:

Quadro 52 – Quadro bidimensional da TBR/2017 Engenharia Elétrica

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	16, 27	16				
	Conceitual			03	03, 14	14, 25, 35	
	Procedural						
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

O item 16 da Figura 17, da prova de Engenharia Elétrica, edição 2017, aborda a dimensão do conhecimento *Efetivo/Factual* relacionado ao processo cognitivo *Lembrar e Entender*, como ilustrado a seguir:

Exemplo 8

Figura 17 – Questão 16: da modalidade Engenharia Elétrica - Edição 2017

<p>QUESTAO 16</p> <p>Em uma campanha publicitária que visa à redução do consumo de energia elétrica em residências, identificam-se as recomendações a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • substitua lâmpadas incandescentes por fluorescentes compactas ou lâmpadas de LED; • evite usar o chuveiro elétrico com a chave na posição "inverno" ou "quente"; • acumule grande quantidade de roupa para ser passada a ferro elétrico de uma só vez; • evite o uso de tomadas múltiplas para ligar vários aparelhos simultaneamente; • utilize, na instalação elétrica, fios de diâmetros recomendados às suas finalidades. 	<p>A característica comum a essas recomendações é a proposta de economizar energia por intermédio da redução</p> <ul style="list-style-type: none"> Ⓐ da potência de aparelhos e dispositivos elétricos. Ⓑ do tempo de utilização de aparelhos e dispositivos elétricos. Ⓒ do consumo de energia elétrica convertida em energia térmica. Ⓓ do consumo de energia elétrica por correntes de fuga. Ⓔ do consumo de energia térmica convertida em energia elétrica.
--	---

Fonte: Relatório síntese INEP 2017

O item 16, da prova de Engenharia Elétrica, edição 2017, analisa uma campanha publicitária que visa à redução do consumo de energia elétrica, abordando conceitos como potência e consumo. Para a resolução da questão, o aluno deve lembrar os conceitos básicos relacionados ao conteúdo proposto e entender o princípio de funcionamento de lâmpadas, chuveiro, ferro elétrico, tomadas múltiplas e resistências em fios.

Em relação ao curso de Engenharia Ambiental, 4 itens foram selecionados, sendo a dimensão do conhecimento *Conceitual* a mais explorada, conforme o Quadro 53, a seguir:

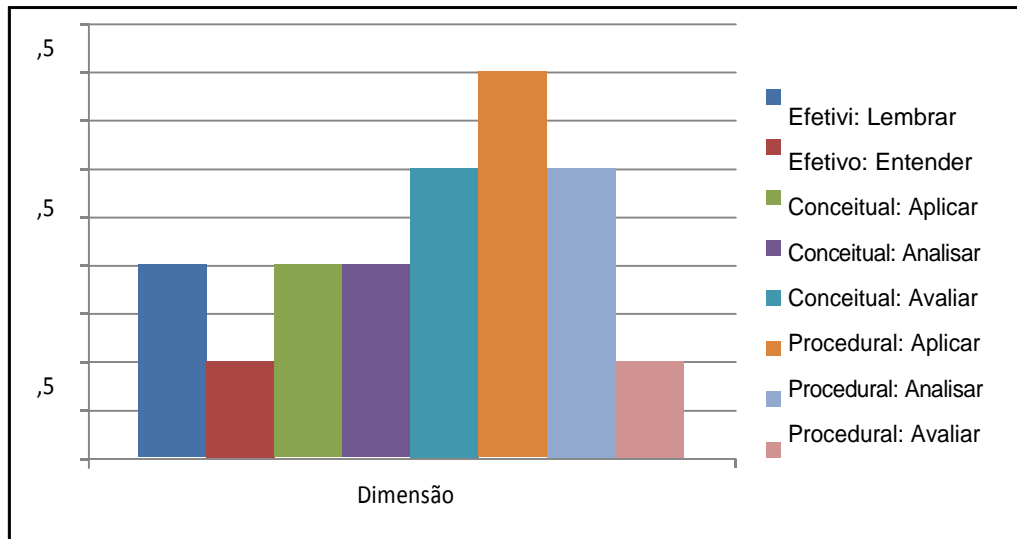
Quadro 53 – Quadro bidimensional da TBR/2017 Engenharia Ambiental

Dimensão		Processo cognitivo					
		Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Conhecimento	Efetivo/Factual	16	16				
	Conceitual			03, 12	03, 14	14	
	Procedural						
	Metacognitivo						

Fonte: Elaborado pelo autor

A fim de analisar a edição de 2017 do ENADE, contemplando todas as modalidades de Engenharia, fizemos um gráfico consolidando todas as dimensões, tanto do conhecimento quanto dos processos cognitivos. Vale ressaltar que na Edição de 2017 foram analisados 14 itens que envolvem Física diretamente ou de forma interdisciplinar, e que muitas dessas questões envolvem mais de um tipo de processo cognitivo para a sua execução. Nessa edição, 3 itens (03, 14 e 16) foram comuns a todas as modalidades de Engenharia. Dessa forma, o somatório dos itens relacionados no Gráfico 14, a seguir será superior a 14 processos cognitivos.

Gráfico 14 – Processos cognitivos relacionados ao número de itens/Edição 2017



Fonte: Dados da pesquisa

Pela análise do Gráfico 14, observamos que na edição de 2017, considerando-se todas as modalidades de Engenharia, a dimensão mais requerida de acordo com a TBR foi a dimensão do conhecimento *Procedural* relacionado ao processo cognitivo *Aplicar*.

Ao analisar as 95 questões das 5 edições do ENADE das diversas modalidades de Engenharia, percebemos que além de alguns itens apresentarem mais de uma dimensão dos processos cognitivos, não encontramos nenhum item com o processo cognitivo *Criar*.

Durante a classificação dos 95 itens na TBR, não foi possível classificá-los de acordo com o conhecimento *metacognitivo*, uma vez que essa dimensão corresponde à “autoaprendizagem e ao controle do aprendizado relacionado à autonomia de aprender” (FERRAZ e BELHOT, 2010, p. 425). O conhecimento *metacognitivo* é muito pessoal e o estudante é que determinará qual a melhor maneira de resolver um determinado item, baseando-se muitas vezes em experiências de vida, associadas à teoria obtida durante a graduação.

Constatou-se, a partir da análise dos dados obtidos, referentes as 5 edições do Exame, que em relação a dimensão do *Conhecimento*, a mais abordada foi a dimensão *Conceitual* (52%), e na dimensão dos processos cognitivos, a mais abordada foi a *Aplicar* (52%).

7 DIFICULDADE DOS ALUNOS X COMPLEXIDADE (TBR)

Através da TBR podemos constatar o nível de complexidade de uma questão e através dos relatórios síntese disponibilizados pelo INEP, é possível obter a dificuldade dos itens conforme a performance dos alunos. Com o intuito de relacionar a TBR com a complexidade dos itens, mostraremos a seguir os quadro 54 a 58, em que as 95 questões das 5 edições do Exame foram analisadas.

Quadro 54 – Relação entre o nível de dificuldade materializado pelo desempenho dos alunos e a TBR - Edição 2005

Grupo	Questão	Índice de dificuldade conforme desempenho	Dimensão: Conhecimento	Dimensão: Processos cognitivos
01	08	Fácil	Conceitual	Analisar; Avaliar
01	09	Fácil	Conceitual	Analisar
01	11	Difícil	Conceitual	Aplicar
01	12	Médio	Conceitual	Entender; Aplicar
01	13	Fácil	Conceitual	Entender; Aplicar
01	14	Difícil	Conceitual	Aplicar
01	15	Difícil	Procedimental	Recordar; Entender
01	16	Difícil	Conceitual	Aplicar
01	17	Difícil	Conceitual	Analisar
01	22	Difícil	Procedimental	Aplicar
01	29	Difícil	Procedimental	Aplicar; Analisar
02	18	Difícil	Procedimental	Entender; Aplicar
02	21	Difícil	Conceitual	Analisar
02	26	Difícil	Conceitual	Recordar
02	28	Difícil	Procedimental	Aplicar
03	19	Difícil	Procedimental	Entender; Aplicar
03	20	Difícil	Procedimental	Entender; Aplicar
03	21	Difícil	Conceitual	Recordar; Entender
03	25	Muito difícil	Conceitual	Analisar; Avaliar
03	26	Difícil	Conceitual	Analisar; Avaliar
04	27	Fácil	Procedimental	Recordar
04	35	Muito difícil	Conceitual	Analisar
05	35	Difícil	Conceitual	Recordar; Aplicar
06	57	Difícil	Procedimental	Aplicar
07	30	Média	Conceitual	Recordar; Entender
07	32	Difícil	Conceitual	Analisar
07	35	Média	Conceitual	Entender; Aplicar
08	12	Difícil	Procedimental	Entender; Aplicar
08	15	Média	Conceitual	Aplicar
08	16	Difícil	Procedimental	Recordar; Analisar
08	28	Média	Procedimental	Analisar
08	31	Anulada	Efetivo/factual	Recordar
08	32	Muito difícil	Procedimental	Analisar; Avaliar
08	33	Anulada	Conceitual	Analisar
08	34	Difícil	Procedimental	Aplicar

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 55 – Relação entre o nível de dificuldade materializado pelo desempenho dos alunos e a TBR – Edição 2008

Grupo	Questão	Índice de dificuldade conforme desempenho	Dimensão: Conhecimento	Dimensão: Processos cognitivos
01	03	Difícil	Conceitual	Entender
01	16	Muito difícil	Conceitual	Aplicar
01	18	Média	Conceitual	Aplicar; Analisar
01	32	Difícil	Procedimental	Analisar
01	67	Difícil	Conceitual	Aplicar
05	23	Difícil	Conceitual	Analisar; Avaliar
05	24	Difícil	Conceitual	Aplicar
05	25	Difícil	Efetivo/Factual	Recordar
07	33	Muito Difícil	Procedimental	Entender: Aplicar
07	34	Difícil	Efetivo/Factual	Recordar
07	56	Difícil	Conceitual	Analisar
07	57	Difícil	Conceitual	Aplicar; Analisar
08	19	Difícil	Conceitual	Aplicar
08	20	Difícil	Procedimental	Analisar

Fonte: dados da pesquisa

Quadro 56 – Relação entre o nível de dificuldade materializado pelo desempenho dos alunos e a TBR - Edição 2011

Grupo	Questão	Índice de dificuldade conforme desempenho	Dimensão: Conhecimento	Dimensão: Processos cognitivos
01	17	Anulada	Procedimental	Aplicar
02	10	Média	Conceitual	Analisar; Avaliar
02	12	Anulada	Conceitual	Aplicar
02	14	Difícil	Efetivo/Factual	Recordar
02	17	Difícil	Procedimental	Aplicar
02	20	Difícil	Procedimental	Aplicar
02	27	Difícil	Conceitual	Aplicar; Analisar
02	31	Média	Conceitual	Avaliar
03	10	Média	Procedimental	Aplicar
03	11	Difícil	Conceitual	Aplicar
03	17	Difícil	Conceitual	Aplicar; Analisar
03	18	Anulada	Procedimental	Entender; Aplicar
03	19	Difícil	Conceitual	Analisar; Avaliar
04	09	Difícil	Procedimental	Aplicar
04	17	Difícil	Procedimental	Entender; Aplicar
05	10	Muito difícil	Procedimental	Aplicar; Analisar
07	09	Difícil	Conceitual	Entender; Aplicar
07	21	Difícil	Conceitual	Avaliar

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 57 – Relação entre o nível de dificuldade materializado pelo desempenho dos alunos e a TBR - Edição 2014

Grupo	Questão	Índice de dificuldade conforme desempenho	Dimensão: Conhecimento	Dimensão: Processos cognitivos
Geral	09	Difícil	Procedimental	Aplicar
Geral	10	Difícil	Conceitual	Analisar, Avaliar
Geral	12	Difícil	Conceitual	Aplicar, Analisar
Geral	20	Fácil	Conceitual	Analisar
Geral	28	Muito difícil	Conceitual	Aplicar
Civil	25	Difícil	Procedimental	Aplicar
Elétrica	19	Difícil	Conceitual	Analisar, Avaliar
Elétrica	21	Média	Conceitual	Avaliar
Elétrica	29	Difícil	Efetivo factual	Recordar
Elétrica	31	Fácil	Efetivo factual	Recordar, Entender
Mecânica	34	Difícil	Procedimental	Analisar, Avaliar
Química	21	Média	Procedimental	Aplicar, Analisar
Química	24	Média	Efetivo factual	Entender
Química	27	Difícil	Conceitual	Aplicar, Analisar

Fonte: Dados da pesquisa

Quadro 58 – Relação entre o nível de dificuldade materializado pelo desempenho dos alunos e a TBR - Edição 2017

Grupo	Questão	Índice de dificuldade conforme desempenho	Dimensão: Conhecimento	Dimensão: Processos cognitivos
Geral	03	Médio	Conceitual	Aplicar, Analisar
Geral	14	Médio	Conceitual	Analisar, avaliar
Geral	16	Médio	Efetivo/Factual	Recordar, Entender
Geral	23	Muito difícil	Procedimental	Aplicar
Geral	25	Difícil	Procedimental	Aplicar
Geral	32	Difícil	Procedimental	Aplicar; Analisar
Civil	33	Difícil	Procedimental	Analisar
Ambiental	12	Muito difícil	Conceitual	Aplicar
Elétrica	25	Difícil	Conceitual	Avaliar
Elétrica	27	Médio	Efetivo/Factual	Recordar
Elétrica	35	Difícil	Procedimental	Avaliar
Mecânica	21	Médio	Procedimental	Avaliar
Mecânica	28	Difícil	Procedimental	Analisar
Mecânica	35	Difícil	Conceitual	Aplicar

Fonte: Dados da pesquisa

Considerando os quadros de 54 a 58, constatou-se que a maioria das questões classificadas como difíceis (30%), se enquadram na dimensão do conhecimento *Conceitual*, e uma parte (25%), na dimensão *Procedimental*. 4% das questões foram classificadas como muito difíceis na dimensão do conhecimento *Conceitual*, o mesmo percentual ocorreu na dimensão *Procedimental*. Em relação às

questões classificadas como médias, 10% são associadas à dimensão do conhecimento *Conceitual*, 4% a dimensão *Procedimental* e 3% a *Efetiva/Factual*. As questões fáceis, foram constatadas em 4% na dimensão *conceitual*, 1% na dimensão *Procedimental* e 1% na dimensão *Efetiva/Factual*. As demais questões foram anuladas.

Observou-se também que a dimensão do processo cognitivo *Aplicar*, é aplicada em 25% das questões de nível difícil e 6% nas questões classificadas como fáceis. A dimensão do processo cognitivo *Analisar*, é aplicada em 17% dos itens classificados como difíceis e 5% como questões de complexidade média.

Constatou-se através dos dados obtidos e analisados, que as questões abordam com maior ênfase, o processo cognitivo *Aplicar*, sendo coerente à proposta do exame, que é avaliar o desempenho dos estudantes ao término do curso de Engenharia. O fato de 25% das questões relacionadas ao processo cognitivo *Aplicar* serem classificadas como difíceis, aponta para uma performance deficitária dos alunos no Exame.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ENADE, exame trienal de larga escala, é utilizado pelo MEC através do INEP, para avaliar o desempenho dos egressos dos cursos de formação superior. O objetivo deste trabalho é analisar dados pertinentes às questões de Física das 5 edições do ENADE voltados para as diversas modalidades de Engenharia, auxiliando alunos, professores e coordenadores de curso de Instituições de Ensino Superior públicas e privadas a compreender a estrutura do ENADE, com suas características e peculiaridades.

Neste trabalho, fica clara a importância do ENADE para as Instituições de Ensino Superior, principalmente da rede privada, uma vez que o resultado dos alunos na avaliação do ENADE impactar diretamente no conceito da Instituição perante o MEC, determinando, sobretudo quais serão e como serão as linhas de financiamento vinculadas ao Governo Federal, como por exemplo, o Prouni e o FIES. O Marketing criado em função da avaliação do MEC sobre a Instituição de Ensino Superior também é relevante para a captação de novos alunos.

Cada edição do ENADE possui uma portaria específica, na qual são especificadas o número de questões, sua disposição em núcleos, a existência ou não de grupos associados às modalidades de Engenharia.

Com a utilização de uma Matriz de Referência, contemplando os Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Física e os Recursos (Habilidades e Competências) do curso de Engenharia para cada edição do Exame, pretende-se obter uma ideia mais clara e objetiva da estrutura e características do ENADE. A Matriz de Referência pode ajudar o docente, possibilitando relacionar o Recurso (Habilidade e Competência) dos cursos de Engenharia com um determinado Recurso (Habilidade e Competência) solicitado no ENADE.

É sensato que não se pense em uma grade curricular dos cursos de Engenharia pautados apenas no ENADE, pois, o Exame não deve ser a única, mas uma das preocupações da direção acadêmica das Instituições de Ensino Superior. Dessa forma, alerta-se que o Projeto Pedagógico de um curso materializado em sua grade curricular pode estar dissonante com o Exame contemplando Perfis e Recursos (Habilidades e Competências) que não são abordados no ENADE, deixando de abordar Perfis e Recursos frequentemente solicitados.

Em todas as 5 edições das diversas modalidades de Engenharia, tendo como base as 95 questões selecionadas que abordavam Física de forma direta ou de forma interdisciplinar, observamos que mais de 50% foram classificadas como difíceis, considerando-se a performance dos estudantes brasileiros, de acordo com o respectivo relatório síntese disponibilizado pelo INEP. A edição de 2008 foi considerada a mais difícil, por possuir 64,3% dos itens considerados difíceis, 14,3% dos itens considerados muito difíceis e nenhuma questão considerada fácil, de acordo com o relatório síntese.

Os objetos de conhecimento mais solicitados nas 5 edições do ENADE foram Termodinâmica e Eletricidade e Magnetismo, sendo classificadas como difíceis pelo INEP. Tal constatação era esperada, pois este trabalho analisa os itens dos cursos de Engenharia, em que os conceitos de Termodinâmica (abordado em 30% das questões analisadas) e de Eletricidade e Magnetismo (abordado em 22% das questões analisadas) são exaustivamente explorados.

A Taxonomia de Bloom Revisada, através de sua estrutura bidimensional, possibilita observar os domínios do conhecimento e os processos cognitivos utilizados pelos alunos para a resolução de cada item selecionado. A partir da confecção deste trabalho, percebemos que a dimensão Conhecimento *Conceitual* relacionada ao processo cognitivo *Aplicar* é o mais abordado, nas 5 edições do ENADE, das diversas modalidades dos cursos de Engenharia. Essa constatação é perfeitamente explicada pelo fato de estarmos analisando cursos de Engenharia, nos quais utilizamos os conceitos da Física de forma aplicada nos mais diversos contextos.

Ao professor é atribuída a responsabilidade de sempre repensar sua prática docente, não “treinando” o aluno para obter uma boa nota no ENADE, mas apoiando-se na Matriz de Referência para possibilitar ao aluno egresso dos cursos de Engenharia a incorporação e desenvolvimento das Habilidades e Competências preconizadas pelas DCN.

Esperamos que esse material seja útil para os professores de Física Básica dos cursos de graduação nas diversas modalidades de Engenharia e que possa ajudá-los em sua prática docente.

9 SUGESTÕES DE APROFUNDAMENTO

BRASIL. INEP. **Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes**. Brasília: INEP, 2005. 36 p. Disponível em: <portal.inep.gov.br/relatorios>. Acesso em: 15 jan.2018

BRASIL. Lei nº10.861, de 14 de abr. 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 abr. 2004. Seção 1, p.3/4.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CES 1.304/2001 – Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 07 dez.2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução CNE/CES 11/2002 – Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 mar.2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

COSTA, João Paulo De Castro. **As questões do ENADE para a Licenciatura em Física**. 2013. 176f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

COSTA, João Paulo De Castro; Martins, Maria Inês. Análise da complexidade de itens do ENADE à luz da Taxonomia de Bloom Revisada: contributos ao ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Belo Horizonte, v.34, n.3, p.697-724, dez. 2017.

FERRAZ, Ana Paula Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. 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.

MARCELINO, Leonardo. Victor; Recena, Maria Celina Piazza. Possíveis influências do novo ENEM nos currículos educacionais de química. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 23, n. 53, p. 148-177, set/dez.2012.

PILLA, Valfredo Júnior; FERLIN, Edson Pedro. Os níveis de aprendizagem da Taxonomia de Bloom aplicados em uma disciplina do curso de Engenharia da Computação. In Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. 39., 2011, Blumenau. **Anais...** Blumenau: CREA/RPR, 2011.

VERHINE, Robert Evan; DANTAS, Lys. Maria Vinhaes; SOARES, José Francisco. Do provão ao ENADE: uma análise comparativa dos exames nacionais utilizados no ensino superior brasileiro. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 52, p.291-310,2006.