

MAURÍCIO PAULO RODRIGUES

**A TAXONOMIA DE BLOOM APLICADA À QUESTÕES DE FÍSICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS–BRASIL  
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R696t  
2018 Rodrigues, Mauricio Paulo, 1985-  
A taxonomia de Bloom aplicada à questões de física /  
Mauricio Paulo Rodrigues. – Viçosa, MG, 2018.  
xi, 107 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.

Inclui apêndice.

Orientador: Regina Simpício Carvalho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 67-70.

1. Física - Problemas, questões, exercícios. 2. Taxonomia de objetivos educacionais. 3. Educação - Finalidades e objetivos. 4. Universidade Estadual de Campinas - Vestibular. 5. Universidade Federal de Minas Gerais - Vestibular. 6. Exame Nacional do Ensino Médio (Brasil). I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Física. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. II. Título.

CDD 22. ed. 530.07

MAURICIO PAULO RODRIGUES

**A TAXONOMIA DE BLOOM APLICADA À QUESTÕES DE FÍSICA**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Mestrado  
Nacional Profissional em Ensino de  
Física, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

APROVADA: 20 de abril de 2018.

  
Alexandre Tadeu G. de Carvalho

  
Daniel Rodrigues Ventura

  
Fábio Arthur Leão de Souza

  
Regina Simplicio Carvalho  
(Orientadora)

*Aos amores da minha vida,  
Dayane, Rafael e Nina, razões de  
minha existência.*

Há quem diga que todas as noites são de sonhos. Mas há também quem garanta que nem todas, só as de verão. No fundo, isto não tem muita importância. O que interessa mesmo não é a noite em si, são os sonhos. Sonhos que o homem sonha sempre, em todos os lugares, em todas as épocas do ano, dormindo ou acordado.

William Shakespeare

## LISTA DE SIGLAS

BR: Brasil;

Enem: Exame Nacional do Ensino Médio;

UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais;

Unicamp: Universidade de Campinas;

COPEVE: Comissão Permanente do Vestibular;

COMVEST: Comissão Permanente para os Vestibulares;

LDB: Lei de Diretrizes e Bases

INEP: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

MNPEF: Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

TB: Taxonomia de Bloom

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de classificação das questões de acordo com a Taxonomia de Bloom.....	20
Figura 2: Hierarquia dos domínios cognitivos da Taxonomia de Bloom .....	20
Figura 3: Comparação das questões nas duas etapas.....	21

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Estatística geral dos conteúdos cobrados nos vestibulares da UFMG .....	24
Gráfico 2: Evolução das questões de Mecânica e Eletromagnetismo para as provas da UFMG.....	25
Gráfico 3: Evolução do número de questões das áreas com menor número de questões .....	26
Gráfico 4: Número de questões por conteúdo contidas nas seis provas da UFMG .....	27
Gráfico 5: Percentagem dos domínios cognitivos das questões da UFMG .	29
Gráfico 6: Distribuição das questões da UFMG por domínios cognitivos durante a vigência da LDB 71 e LDB 96 .....	34
Gráfico 7: Estatística geral dos conteúdos cobrados nos vestibulares da Unicamp.....	37
Gráfico 8: Evolução das questões de Mecânica e Eletromagnetismo para as provas da Unicamp .....	38
Gráfico 9: Evolução do número de questões Unicamp para as áreas com menor número de questões .....	40
Gráfico 10: Número de questões por conteúdo contidas nas seis provas da Unicamp.....	41
Gráfico 11: Percentual dos domínios cognitivos das questões da Unicamp	43
Gráfico 12:Distribuição das questões da Unicamp por domínios cognitivos durante a vigência da LDB 71 e LDB 96 .....	46
Gráfico 13: Estatística geral dos conteúdos cobrados no ENEM 2017 .....	47

Gráfico 14: Número de questões por conteúdo Enem 2017 .....	48
Gráfico 15: Percentagem dos domínios cognitivos das questões do Enem 2017.....	51
Gráfico 16 : Número de questões por conteúdo Simulados IFES.....	58
Gráfico 17: Percentagem dos domínios cognitivos das questões do 1º Simulado.....	60
Gráfico 18: Percentagem dos domínios cognitivos das questões do 2º Simulado.....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estrutura da Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo .....	14
Tabela 2 : Verbos de Bloom no domínio cognitivo .....	16
Tabela 3: Tabela utilizada para análise das questões a partir da Taxonomia de Bloom.....	19
Tabela 4: Enquadramento dos domínios cognitivos para as questões da UFMG segundo a Taxonomia de Bloom.....	29
Tabela 5: Percentual dos domínios cognitivos das provas da UFMG analisadas.....	30
Tabela 6: Enquadramento dos domínios cognitivos para as questões da Unicamp segundo a Taxonomia de Bloom. ....	43
Tabela 7: Enquadramento dos domínios cognitivos para as questões do Enem 2017 segundo a Taxonomia de Bloom. ....	50
Tabela 8: Relação de acerto no 1º Simulado IFES.....	59
Tabela 9: Relação de domínio cognitivo por acerto no 2º Simulado IFES...	63
Tabela 10: Classificações das questões da UFMG quanto aos domínios cognitivos .....	71
Tabela 11: Classificação das questões das provas da Unicamp quanto aos domínios cognitivos .....	72
Tabela 12: Classificação das questões com relação aos domínios cognitivos da prova Enem 2017 gabarito azul .....	73

## RESUMO

RODRIGUES, Maurício Paulo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2018. **A taxonomia de Bloom aplicada à questões de física**. Orientadora: Regina Simplício Carvalho.

O presente estudo objetivou analisar utilizando-se da Taxonomia dos domínios cognitivos de Bloom os vestibulares da Unicamp e UFMG anteriores e posteriores a Leis 9394/1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação, LDB. Também foram objetos de estudos a avaliação de 2017 do Exame Nacional do Ensino Médio, Enem, e dois simulados aplicados no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Ibatiba, sendo o segundo contendo questões inéditas e contextualizadas. A metodologia utilizada partiu da identificação dos verbos de comando de cada questão e de sua comparação com os verbos categorizados por domínios cognitivos de Bloom; assim cada questão foi classificada dentro de um desses domínios. Enfim, por meio do estudo realizado foi possível verificar que a taxonomia de Bloom apresenta bons resultados e permitiu o mapeamento dos domínios cognitivos dos discentes através das avaliações. Tais resultados incentivam os professores a buscarem novas metodologias e estratégias de ensino que possibilitem aos seus alunos alcançarem níveis cada vez maiores de domínio cognitivo.

## ABSTRACT

RODRIGUES, Maurício Paulo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April, 2018. **The Bloom taxonomy applied to physical problems.** Adviser: Regina Simplício Carvalho.

The current paper aimed to analyze, using the Taxonomy of the cognitive domains of Bloom, the entrance exam of Unicamp and UFMG before and after Laws 9394/1996, Law of Guidelines and Bases of Education, LDB. Were also object of studies the evaluation of 2017 of the National High School Examination, Enem, and two simulated exams applied at the Federal Institute of Espírito Santo – Ibatiba Campus, where the second one containing unpublished and contextualized questions. The methodology used was based on the identification of the command verbs of each question and compared with the verbs categorized by Bloom's cognitive domains and thus each question had been classified within one of these domains. Finally, through the study carried out, it is possible to observe that Bloom's taxonomy shows good results, allowing teachers to search the construction of learning processes, to map through assessments the cognitive domains present in their students and thus to search for means to more meaningful learning.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>5</b>
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1. CONHECENDO A TAXONOMIA .....</b>	<b>11</b>
<b>4.2. TAXONOMIA DE BLOOM (TB) .....</b>	<b>12</b>
<b>5. METODOLOGIA .....</b>	<b>18</b>
<b>6. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
6.1 ANÁLISE DAS QUESTÕES DA UFMG .....	24
6.2 ANÁLISE DAS QUESTÕES DA UNICAMP.....	37
6.3 ANÁLISE DAS QUESTÕES DO ENEM 2017 .....	47
6.5 ANÁLISE DAS QUESTÕES DOS SIMULADOS .....	57
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO DAS TABELAS COM A CLASSIFICAÇÃO DAS QUESTÕES SEGUNDO A TAXONOMIA DE BLOOM .....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B – PRODUTO MNPEF.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO A - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DOS VESTIBULARES ANALISADOS .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO B – 1º SIMULADO APLICADO NO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO .....</b>	<b>99</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Vários são os instrumentos de apoio ao planejamento didático-pedagógico que auxiliam na definição dos objetivos instrucionais e na escolha de instrumentos de avaliação (FERRAZ, BELHOT, 2010). Um dos critérios utilizados para analisar objetivos instrucionais e questões é a Taxonomia de Bloom (TB) que será adotada no presente trabalho.

Bloom e seus colaboradores, na segunda metade da década de 50 do século passado, criaram a Taxonomia dos Objetivos Educacionais com a finalidade de facilitar a elaboração de questões para os exames de acesso as universidades americanas, (KRATHWOHL, 2002). Com a TB é possível preparar perguntas para medir as habilidades de pensamento dos alunos (KOCAYAYA, GONEN, 2010). Ainda, de acordo com a TB, níveis cognitivos estão organizados em ordem crescente de complexidade, do mais simples para o mais complexo, como se segue: compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. (BLOOM, 1956). A TB pode ser utilizada nas mais variadas áreas do conhecimento.

Um dos objetivos da aplicação da TB é o de criar instrumentos de avaliação que permitam ao aluno a aquisição de conhecimento a partir do desenvolvimento cognitivo, partindo dos conhecimentos mais simples, desde de lembrar uma equação ou lei aos de maior complexidade e abstração, como justificar um raciocínio, julgar e selecionar informações e fazer conclusões acerca de um tema específico. De acordo com a TB, níveis cognitivos estão organizados em ordem do mais simples para o mais complexo, como se segue: compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação Bloom (1956).

De forma geral a educação é vista como um processo que tem como finalidade a transformação do indivíduo e o meio ao qual está inserido. A ciência responsável por essa área, pedagogia, pesquisa temas educacionais a fim de oportunizar ao aluno a aprendizagem e, portanto, aperfeiçoar suas habilidades de raciocínio (KOCAYAYA, 2010).

Para Morin (2014) a finalidade da educação é disponibilizar aos alunos ferramentas que os possibilite serem somente agentes passivos no mundo, mas sim atuantes e conscientes.

A física é uma disciplina que apresenta alto índice de reprovação, o que pode estar atrelado a forma como alguns professores e boa parte dos alunos lidam com essa disciplina (ROSSI, 2017). De modo geral, a física é confundida com a matemática utilizando a memorização de equações e os famosos “macetes” em substituição ao estudo sistemático visando o real entendimento das leis da natureza. Uma das alternativas para contornar essa realidade é o uso de estratégias para potencializar as interpretações das leis da natureza (RIZZA, 2005). Por exemplo, se os docentes conhecerem o perfil cognitivo de seus alunos poderão trabalhar suas deficiências cognitivas, não restringindo suas aulas somente a resolução de problemas com foco em exames de seleção.

Esse trabalho apresenta a TB aplicada aos exames de Física de vestibulares tradicionais, Enem 2017 e também dois simulados aplicados no Ifes-campus, sendo uma com questões totalmente inéditas.

Através da análise das questões, sob a ótica taxonômica, foi possível avaliar o nível de conhecimento cognitivo desejado pelas instituições que receberão os alunos. Os autores das provas formulam questões onde é possível avaliar o nível de dificuldade de cada uma a partir do domínio cognitivo associado às mesmas contidas nesses exames.

Nesse contexto, o presente trabalho consiste em apresentar conceitos, ferramentas e metodologias de como a TB pode auxiliar no desenvolvimento cognitivo dos discentes, particularmente analisando a categoria das questões aplicadas nos exames mencionados. Para a elaboração dessa dissertação, foram utilizadas a pesquisa bibliográfica e a documental. Artigos científicos, dissertações, teses e livros relacionados à área de educação e ao ensino de Física e os documentos oficiais também foram consultados e analisados. Os resultados e análise estão apresentados por conjunto de provas das universidades (UNICAMP, UFMG) seguidos pelo ENEM e finalizando com os simulados aplicados. Após a conclusão, consta o apêndice trazendo tabelas com as

categorizações das questões, as questões do primeiro simulado seguido do produto educacional que traz o conjunto de questões formuladas e aplicadas, a classificação das mesmas quanto a TB e a resolução de cada uma delas.

As questões elaboradas no apêndice são inéditas, criadas para a preparação dos alunos do Ifes para a prova do Enem 2017, seguindo seu formato atual, ou seja, com questões contextualizadas.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Analisar questões de Física a partir da Taxonomia de Bloom e mapear os conhecimentos de Física exigidos dos alunos egressos do ensino médio brasileiro no acesso ao ensino superior, anteriores e posteriores a Lei 9394/1996. Foram avaliadas questões do vestibular da UFMG e da Unicamp, a prova de 2017 do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e dois simulados aplicados no Instituto Federal do Espírito Santo- Campus Ibatiba.

### **3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

O principal objetivo dessa dissertação é analisar questões de provas de certames com base na TB categorizando os níveis cognitivos dos conhecimentos de Física exigidos dos alunos egressos do ensino médio brasileiro no processo de admissão ao ensino superior, antes e posteriormente a Lei 9394/96, utilizando como ferramenta de análise a Taxonomia de Bloom e assim através da comparação dos verbos de comando de cada questão com os verbos categorizados por Bloom em sua taxonomia.

Para isso, o trabalho consta da análise das Provas de Física do concurso vestibular realizado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) através da Comissão Permanente do Vestibular da UFMG (Copeve) e pela Universidade de Campinas (Unicamp) realizado pela Comissão Permanente para os Vestibulares (Comvest). Também foi analisada a prova de física de 2017 do Exame Nacional do Ensino Médio, Enem e as questões inéditas formuladas pelo próprio autor aplicadas em simulados.

#### 4. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico em que esse estudo está baseado versará sobre os conceitos da Taxonomia e Taxonomia de Bloom.

A Carta Magna brasileira de 1988 garante a educação mediante o artigo 205:

“A educação, direito de todos e **dever do Estado** e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.” (grifo nosso)

Ainda na carta de 88, o caput do artigo 208 e o inciso V, complementa o grifo acima:

“Art. 208 O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de:

... V - **acesso aos níveis mais elevados do ensino**, da pesquisa e da criação artística, segundo a capacidade de cada um.” (grifo nosso)

Conforme esta Lei Maior, a Educação é dever universal do Estado, o qual deveria garantir um ensino de qualidade. Essa preocupação é claramente identificada nas legislações infraconstitucionais, como o caso da Lei 9.394/96, Lei de Diretrizes e Bases, Art. 3º, VII, IX e X.

“Art. 3º O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:

VII - valorização do profissional da educação escolar;

IX - Garantia de padrão de qualidade;

X - Valorização da experiência extraescolar.”

Segundo Libâneo *et al.* (2012), o ensino público de qualidade para todos é um desafio fundamental. Este marco é reconhecido mundialmente pela sua importância para o avanço técnico-científico, econômico e do trabalho (LIBÂNEO, 2012). No Brasil, desde do início dos anos 90, várias políticas

educacionais surgiram, mas sob o olhar economicista, cuja o objetivo da educação é a adequação as demandas do mercado. Sob esse olhar, a educação assumi uma perspectiva de mercadoria e não de direito universal.

Os desafios citados por Libâneo encontram-se alicerçados nas finalidades do Ensino Médio descritas no artigo 32 da Lei 9394/1996, LDB (BRASIL, 1996).

- I. A consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento futuro;
- II. A preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamentos posteriores;
- III. O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV. A compreensão dos fundamentos científicos – tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina

O ensino médio comporta uma formação escolar que objetiva capacitar o aluno ao prosseguimento dos estudos no ensino superior, bem como a formação para mercado de trabalho. Sob uma ótica cidadã, o ensino médio é ainda capaz de formar um homem inserido na sociedade, um cidadão ético com sensibilidade nas relações sociais (LIBÂNEO, 2017).

A educação de qualidade, pretensamente garantida por toda esfera legal, busca padrões de qualidade, e para esse fim, o Ministério da Educação, MEC, utiliza de exames de aplicação nacional como, Enem, Provinha Brasil e Exame Nacional de Desempenho de Estudantes, balizadores do controle de qualidade da educação brasileira (CINTRA; JUNIOR; de SOUZA, 2016).

Para Hoffmann (2017), é difícil pensar a educação sem a avaliação, ela é inerente ao processo quando problematizadora e reflexiva sobre a ação.

Ainda segundo Hoffmann (2007 p.15) “educar é fazer ato sujeito, é problematizar o mundo que vivemos para superar as contradições, comprometendo-se com esse mundo para recriá-lo constantemente.”

A história da educação no Brasil remete ao início da colonização na América do Sul por Espanha e Portugal, por volta XV, após a descoberta do continente por Cristóvão Colombo em 1492. Apesar desses dois países apresentarem semelhantes objetivos na exploração, porém se diferenciam no trato com as suas colônias. A Espanha instalou universidades nas colônias americanas ainda no século XVI, já Portugal proibiu esse tipo de instalações, mas concedia bolsas de estudos à algumas famílias tradicionais na badalada Coimbra (CUNHA, 2000).

De acordo com Franco (2008), durante o primeiro reinado, século XIX, Dom Pedro I criou algumas cátedras como o curso de ciências jurídicas em São Paulo em 1827 que mais tarde se incorporou a Universidade de São Paulo.

Após esses primeiros momentos as universidades mudaram bastante, com grandes conquistas em infraestruturas, investimentos em pesquisa e na forma de acesso através do vestibular, tendo este último sofrido grandes mudanças desde seu nascimento. O vestibular surgiu com o decreto de Benjamin Constant, acerca dos exames de suficiência e finais e também aos de *madureza* a classificatórios para ingresso no ensino superior no país, determinando o caráter seletivo de todo processo (AMAURO, 2010).

Para Santos (1968) apud Amauro (2010), o caráter classificatório dos vestibulares tem prestado um desserviço à educação, mudando toda a dinâmica do ensino médio. Como o ingresso ao ensino superior se dá mediante a classificação dos melhores candidatos, o vestibular faz com que as grandes redes de ensino busquem somente uma formação propedêutica, deixando de lado a formação humanística e o desenvolvimento da autonomia intelectual que compõem as finalidades do ensino médio.

De acordo com a LDB em seu artigo 4º, o acesso ao ensino superior se dá através de processo seletivo, que não necessariamente será

exames de vestibular, o qual não é mencionado na referida lei. O processo seletivo concede as instituições de ensino a liberdade de utilizarem diferentes modalidades para ingresso, desde de provas à análise de histórico escolar (Libâneo, 2017). Atualmente, uma das formas de ingresso é pelo Sistema de Seleção Unificada, SISU, uma plataforma online mantida e organizada pelo Ministério da Educação, MEC, que em parceria com as universidades seleciona seus ingressantes através das notas obtidas nas provas do Enem (SISU).

O Enem foi criado em 1998 com o foco em avaliar o nível dos concluintes da Educação Básica, e a partir desses resultados, promover o estabelecimento de melhoria no ensino no país, uma vez que essa prova avalia o sistema educacional que vem formando inúmeros discentes desde de sua implantação (HILÁRIO, 2008).

A partir de 2009, o Enem se tornou parte do processo para o ingresso em cursos profissionalizantes ao Ensino Superior. O desempenho do aluno nesse exame passou a ser considerado para a aprovação de candidatos às universidades federais e seleção aos programas de financiamento do ensino privado, como o Fies, e distribuição de bolsas, como o Prouni (BARROS, 2014).

Desde a criação do Enem, as provas seguem um modelo diferente do usado por algumas avaliações tradicionais. Enquanto esses muitos exames se caracterizavam por provas conteudistas e conhecimentos estanques adquiridos ao longo da Educação Básica, exigindo que fatos, datas e equações sejam decorados, ou seja, uma prova focada na reprodução do conteúdo tratado ao longo de sua formação escolar (SANTOS, 2011). Santos ainda nos ensina que o Enem foi construído como um modelo desafiador para ser além de uma avaliação diagnóstica, baseada em situações problemas que para sua solução não basta somente conhecer conceitos, mas articulá-los, ou seja, saber aplicá-los.

O Enem é elaborado a partir de cinco eixos cognitivos que serão tratados mais à frente, o que leva o aluno a trabalhar com habilidades multivariadas, de forma interdisciplinar, construídas ao longo de sua formação escolar,

compreender fenômenos, relacionar fatos, analisar situações, sintetizar informações, são algumas das habilidades necessárias para a resolução da prova (BRASIL, 2000).

Os pilares cognitivos preconizados no Enem estabelecem as competências que os estudantes devem adquirir ao longo de sua formação escolar (BRASIL, 2000), quais sejam:

- I. **Dominar Linguagens:** O estudante concluinte do ensino médio deve ter total domínio da norma culta, usar adequadamente a linguagem matemática, artística e científica e línguas estrangeiras presentes do currículo nacional.
- II. **Compreender Fenômenos:** Compreensão, aplicação e análise dos fenômenos naturais, de processos histórico-geográfico, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- III. **Enfrentar Situações-Problema:** Organizar, relacionar, interpretar dados, informações representadas de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problemas.
- IV. **Construir Argumentação:** Relacionar informações, representadas de diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- V. **Elaborar Propostas:** Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

Com base nesses eixos, que representam o que se espera de um aluno ao final da Educação Básica, são formuladas as questões que buscam aferir o desenvolvimento das competências e habilidades. As competências avaliadas no Enem são agrupadas de acordo com quatro grandes áreas de conhecimento. A área de Ciências Humanas e suas Tecnologias compreende

as disciplinas História, Geografia, Filosofia e Sociologia. A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias compreende as disciplinas de Física, Química e Biologia e a de Matemática e suas Tecnologias, que compreende a matemática. Finalizando, a de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Redação compreende Língua Portuguesa, Literatura, Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol), Artes, Educação Física e Tecnologias da Informação e Comunicação. (BRASIL, 2000)

#### **4.1. CONHECENDO A TAXONOMIA**

Pode-se dizer que a Taxonomia enquanto ciência se preocupa em denominar e classificar qualquer grupo estudado. Neste contexto, fica claro que mesmo surgindo nas Ciências Biológicas é utilizada como ferramenta em quase todas as áreas. Pode-se afirmar que existem trabalhos utilizando-a nas ciências humanas até inteligência artificial, isso porque as taxonomias apresentam grande organização intelectual dentro de algum conceito (CAMPOS & GOMES, 2007).

A taxonomia, conforme explicado acima, é uma ferramenta de extrema importância dentro das ciências em geral, podendo ser aplicada tanto nas ciências humanas quanto nas ciências da natureza. O que a torna uma metodologia poderosa é a funcionalidade que ela pode contribuir tanto em estudos mais simples às pesquisas avançadas, tornando-a uma excelente ferramenta.

De acordo com Amauro (2010, p. 31):

Uma verdadeira taxonomia é uma série de classificação ordenadas e dispostas com base em um princípio único ou com base em um conjunto consistente de princípios. Tal taxonomia verdadeira pode ser testada, determinando-se sua concordância com a evidência experimental e se a maneira pela qual as classificações são ordenadas corresponde a uma ordem real entre os fenômenos pertinentes. A taxonomia também deve ser coerente com pontos de vista teóricos que a sustentam.

Sendo assim, é possível observar a importância da taxonomia dentro do cenário científico. Podemos perceber conforme citado acima que esse

quadro remete as diversas pesquisas realizadas em áreas diversas com resultados surpreendentes contribuindo para o avanço científico. Não é exagero afirmar que uma pesquisa utilizando a técnica da taxonomia obtém-se resultados confiáveis (Amauro, 2010).

#### **4.2. TAXONOMIA DE BLOOM (TB)**

A Taxonomia de Objetivos Educacionais, também conhecido simplesmente como Taxonomia de Bloom (TB), surgiu inicialmente com a finalidade de reduzir o árduo trabalho na organização dos processos de seleção ao ensino superior americano. Neste contexto, para Amauro (2010) esse movimento iniciou-se com o objetivo de elaborar um banco de questões facilitando assim os exames de seleção.

A proposta dos trabalhos de Bloom, segundo Conklin (2005) apud Ferraz & Belhot (2010) revoluciona a ideia de que todos os alunos sobre as mesmas condições de ensino apresentam resultados diferentes, ou seja, eles aprendem, mas em diferentes graus, apresentam suas diferenças na abstração e aprofundamento no conteúdo estudado. Os autores ainda sinalizam ainda que a TB e sua classificação hierárquica dos objetivos de aprendizagem têm sido uma das maiores contribuições acadêmicas para educadores que, conscientemente, procuram meios de estimular, nos seus discentes, raciocínio e abstrações de alto nível (*higher order thinking*), sem distanciar-se dos objetivos instrucionais previamente propostos".

Conforme explicado acima, a TB trouxe grandes benefícios, não somente na formulação dos bancos de dados como era sua proposta inicial, mas serve para os professores avaliarem os grandes exames de seleção atualmente existentes e assim preparar seus alunos para esses desafios.

Antes de Bloom, acreditou-se que a diferença de desempenho entre os alunos estava ligada a fatores extraescolares, mas ele mostrou que alunos sob as mesmas condições de ensino podem apresentar diferenças no alcance e na abstração do conhecimento, essa diferença está atrelada ao nível cognitivo dominado por cada aluno (TEDESCHI e DE LUCCIA, 2014).

.De acordo com Ferraz & Belhot (2010, p.423)

A taxonomia trouxe a possibilidade de padronização da linguagem no meio acadêmico e, com isso, também novas discussões ao redor dos assuntos relacionados à definição de objetivos instrucionais. Neste contexto, instrumentos de aprendizagem puderam ser trabalhados de forma mais integrada e estruturada, inclusive considerando os avanços tecnológicos que podiam prover novas e diferentes ferramentas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Fica evidente, diante desse quadro a importância que os estudos de Bloom trouxeram para a educação. Vê-se, pois, que essa realidade é pertinente nos dias atuais. Utilizá-la no contexto escolar brasileiro traz benefícios para a educação formal, uma vez que permite estudar e conhecer o perfil dos discentes e assim capacitá-los de acordo com cada necessidade.

Como citado acima, a ideia original da taxonomia foi reduzir o trabalho na formulação dos exames. Para isso um grupo de trinta e quatro profissionais, contendo desde psicólogos, especialistas em currículo e avaliação, coordenados por Benjamim Samuel Bloom se reuniram informalmente durante a Convenção Americana de Psicologia, 1948, em Boston (BLOOM *et al.*,1983).

Segundo Amauro (2010), a taxonomia foi elaborada em três grandes eixos: cognitivo, afetivo e psicomotor, que estão intimamente ligados à evolução dos discentes no processo educacional. O domínio cognitivo é representado por aptidões ligados à resolução de problemas, à criatividade e o aprendizado de forma geral. O domínio afetivo engloba os processos mentais ligados à inteligência emocional e sentimental e o domínio psicomotor abrange as habilidades físicas. De forma geral, a taxonomia é muito utilizada no processo de ensino aprendizagem, com a predominância no domínio cognitivo.

É interessante afirmar que a proposta de Bloom é vastamente aplicada nas pesquisas dentro do contexto educacional, mas há um fato que se sobrepõe a essa afirmação, que trata de modelos teóricos, ou seja, trazendo certa limitação, Amauro (2010) nos ensina que uma das limitações da TB é na distinção dos processos cognitivos, dentro da alocação da hierarquia de Bloom.

Mesmo assim, não parece haver razão para preocupar uma vez que os resultados apresentados em diversos trabalhos têm trazido uma confiabilidade considerável (AMAURO, 2010). Enfim é sinal de que essa metodologia não pode ser encarada com uma simples ferramenta.

O domínio cognitivo é de fato o mais investigado nos trabalhos científicos na área educacional. Esse domínio foi dividido em seis grupos com suas respectivas subdivisões, são eles: Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação. A única categoria que não apresenta subdivisão é a aplicação, na tabela a seguir é possível observar a estrutura conceitual da TB com suas respectivas definições (FERRAZ e BELHOT, 2010).

**Tabela 1. Estrutura da Taxonomia de Bloom no domínio cognitivo**

<b>Domínio Cognitivo</b>	<b>Definição</b>
<b>1. Conhecimento</b>	<p>Esse domínio cognitivo é pautado na habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente discutidos, como: fatos e datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos.</p> <p>1.1 Conhecimento Específico: Conhecimento de Terminologia; Conhecimento de Fatos; 1.2 Conhecimento de modos e meios de tratar com o específico: Conhecimento de Convenção, de tendência e segurança, de classificação e categorias, de critério, de metodologia; 1.3 Conhecimento de Universais e Abstrações em um determinado campo: Conhecimento de generalizações, de teorias e estruturas.</p>
<b>2. Compreensão</b>	<p>Essa habilidade traz uma integração significativa. É caracterizada pela compreensão ou interpretação de um conhecimento a partir de um saber anterior.</p>

2.1 Translação; 2.2 Interpretação; 2.3 Extrapolação

### **3. Aplicação**

É a habilidade de utilizar todo conhecimento teórico aplicado a problemas concretos, desde de regras à princípios, leis e teorias.

### **4. Análise**

Trata da habilidade de dividir o conteúdo estudado em partes com o objetivo de entender a estrutura final. Essa habilidade pode incluir a identificação das partes, análises de relacionamento entre as partes e reconhecimento dos princípios organizacionais envolvidos. Identificar partes e suas inter-relações. Nesse ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto de estudo.

4.1 Análise de elementos; de relacionamentos e de princípios organizacionais

### **5. Síntese**

Habilidade de agregar e juntar partes com a finalidade de criar um novo todo. Essa habilidade envolve a produção de uma comunicação única, um plano de operações ou um conjunto de relações abstratas. Combinar partes não organizadas para formar um “todo”.

5.1 Produção de uma comunicação original; 5.2 Produção de um plano ou propostas de um conjunto de operações; 5.3 Derivação de um conjunto de relacionamentos abstratos.

### **6. Avaliação**

Habilidade de julgar o valor do material (proposta, pesquisa, projeto) para um propósito específico. O julgamento é baseado em critérios bem definidos que podem ser externos (relevân-

cia) ou internos (organização) e podem ser fornecidos ou conjuntamente identificados. Julgar o valor do conhecimento.

6.1 Avaliação em termos de evidências internas;

6.2 Julgamentos em termos de critérios externos.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010), Bloom (1956), Friscoll (2000) e Krathwohl (2002)

Conforme verificado por Amauro (2010) as categorias apresentadas na tabela 1 são estruturadas de forma hierárquica. Essas estruturas são cumulativas, sendo organizada das mais simples as mais complexas.

Na tabela 2 estão apresentados os verbos de Bloom, esses são de extrema importância no presente trabalho, o que ficará evidenciado no próximo capítulo.

Tabela 2 : Verbos de Bloom no domínio cognitivo

Domínio Cognitivo	Verbos de Bloom
<b>1. Conhecimento</b>	Apontar, combinar, declarar, distinguir, definir, denominar, descrever, enumerar, identificar, listar, memorizar, nomear, ordenar, realçar, lembrar, recordar, relacionar, reproduzir, rotular, reconhecer e solucionar.
<b>2. Compreensão</b>	Alterar, construir, converter, decodificar, defender, definir, descrever, distinguir, discriminar, estimar, explicar, generalizar, dar exemplos, ilustrar, inferir, prever, reformular, reescrever, resolver, resumir, classificar, discutir, identificar, interpretar, reconhecer, redefinir selecionar, reafirmar, situar e traduzir.
<b>3. Aplicação</b>	Aplicar, alterar, programar, demonstrar, desenvolver, descobrir, dramatizar, empregar, ilustrar,

	interpretar, manipular, modificar, operacionalizar, organizar, prever, preparar, produzir, relatar, resolver, transferir, usar, construir, esboçar, escolher, escrever, operar e praticar
<b>4. Análise</b>	Analisar, classificar, comparar, contratar, determinar, deduzir, deduzir, diagramar, distinguir, diferenciar, identificar, ilustrar, apontar, inferir, relacionar, selecionar, separar, subdividir, calcular, discriminar, examinar, experimentar, testar, esquematizar, assinalar, e questionar
<b>5. Síntese</b>	Categorizar, combinar, compilar, compor, conceber, construir, criar, desenhar, elaborar, estabelecer, explicar, formular, generalizar, inventar, modificar, organizar, originar, planejar, propor, reorganizar, revisar, reescrever, resumir, sistematizar, escrever, desenvolver, estruturar, montar e projetar
<b>6. Avaliação</b>	Avaliar, averiguar, escolher, comparar, concluir, contrastar, criticar, decidir, defender, discriminar, explicar, interpretar, justificar, relatar, resolver, resumir, apoiar, validar, escrever um <i>review</i> sobre, detectar, estimar, julgar e selecionar.

Fonte: Adaptado de Ferraz e Belhot (2010), Bloom(1956), Friscoll(2000) e Krathwohl(2002)

## 5. METODOLOGIA

Conforme verificado por Sampieri *et.al* (2010), pesquisa pode ser conceituada a partir de uma série de processos sistemáticos, experimentais e críticos sobre determinados fenômenos observados.

A pesquisa básica, segundo Carvalho (1989), pode ser entendida na busca de relações entre fatos ou fenômenos físicos através da identificação ou manipulação das relações de causa e efeito. Nesse contexto a metodologia a ser utilizada nessa pesquisa será de natureza básica.

Esse trabalho é uma pesquisa básica explicativa. Pois como bem define Ciribelli (2003), as pesquisas explicativas, também denominadas experimentais, podem ser entendidas como trabalhos que buscam não só o registro, a análise e interpretação dos fenômenos, mas também os fatores que os determinam.

Como nos assegura Fattini (2007), pode-se dizer que a pesquisa quantitativa é centrada na objetividade, herança do positivismo de Augusto Comte, recorrendo a uma linguagem lógica para descrever as relações de causa de efeito. Este trabalho pode ser classificado então sob essa ótica quantitativa.

O presente trabalho está dividido em três partes, sendo a primeira uma análise das provas de física dos vestibulares tradicionais, a segunda, análise do Enem 2017 e a terceira, análise e aplicação de dois simulados, sendo um deles com questões inéditas, aplicados no Instituto Federal do Espírito Santo, campus Ibatiba.

Devido ao uso de testes e simulados com predominância de perguntas fechadas para coleta de dados, essa pesquisa teve uma abordagem quantitativa para o tratamento dos dados. Como à natureza de estudo foi baseada na comparação com os verbos da Taxonomia de Bloom, dependendo da análise do pesquisador e guardando certa subjetividade e conforme anteriormente citado, teve uma abordagem dedutiva, ou seja, uma pesquisa quantitativa dedutiva com aspectos qualitativos.

Para a execução da primeira etapa, foram selecionadas seis provas da UFMG e Unicamp, escolhidas conforme a disponibilidade de acesso, seguindo um único critério, três provas seriam anteriores a Lei 9394/1996 e três posteriores a mesma. A escolha dessas instituições se deu por apresentarem conteúdos programáticos semelhantes, Anexos A. A LDB de 1996 foi usada como marco pois representa uma transição de objetivos do ensino médio, fato que será discutido posteriormente.

Foram selecionadas as provas da UFMG dos seguintes anos: 1980, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010. As da Unicamp foram: 1987, 1990, 1995, 1997, 1999 e 2008. Após a seleção das provas, cada uma das 12 provas foi resolvida para posteriormente serem utilizadas como instrumento de análise de acordo com a TB. Dando sequência, foi criada a Tabela 3, instrumento que auxiliou o trabalho com as provas, onde cada questão assumiria um lugar conforme sua classificação dentro de algum processo cognitivo listado.

**Tabela 3: Tabela utilizada para análise das questões a partir da Taxonomia de Bloom**

DIMENSÃO DO PROCESSO COGNITIVO	Análise das provas UFMG					
	UFMG 1987	UFMG 1990	UFMG 1995	UFMG 2000	UFMG 2005	UFMG 2010
CONHECIMENTO						
COMPREENSÃO						
APLICAÇÃO						
ANÁLISE						
SÍNTESE						
AVALIAÇÃO						

A classificação de cada questão nos certames analisados pôde ser dividida em três etapas. A primeira etapa, consiste em uma leitura minuciosa e o

entendimento de cada questão. Objetivou-se identificar seus verbos de comando e compará-los com os descritos na Tabela 2 e assim agrupar cada questão dentro de um domínio cognitivo. A Figura 1, representa a primeira etapa.

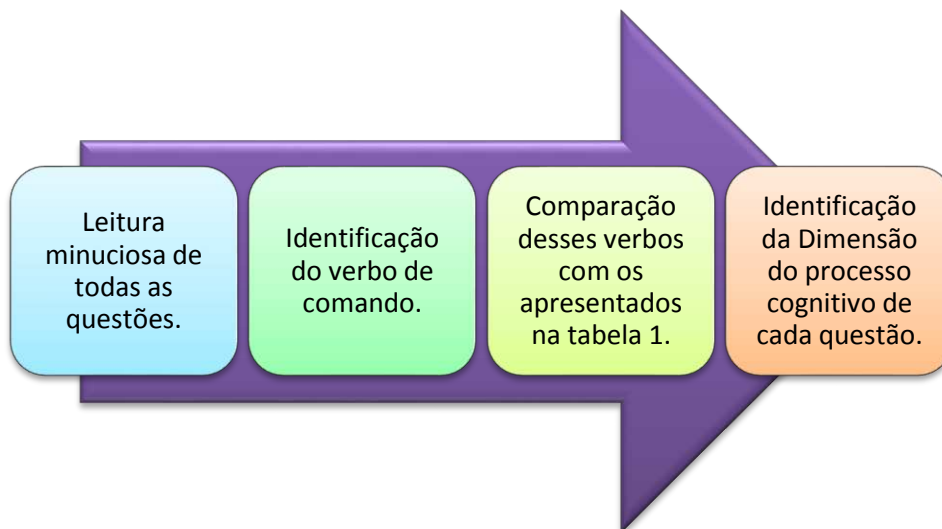


Figura 1: Processo de classificação das questões de acordo com a Taxonomia de Bloom

Em algumas questões o verbo de comando estava implícito ou não foi possível associá-los com os de Bloom. Para contornar essa dificuldade, foi elaborado uma segunda etapa. Esta consistiu em resolver cada questão e analisá-las sob ponto de vista da dificuldade em se obter a solução. Em seguida, as questões foram classificadas dentro de um grupo cognitivo de acordo com a hierarquias dos domínios apresentadas por Bloom, figura 2.

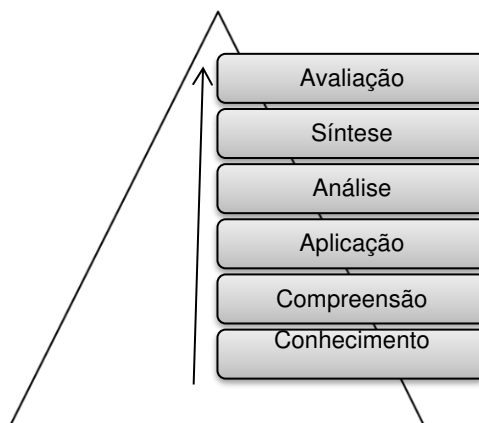


Figura 2: Hierarquia dos domínios cognitivos da Taxonomia de Bloom

A terceira e última etapa se deu a partir da comparação entres os grupos formados na primeira e na segunda etapa, Figura 3, utilizando a seguinte estratégia:

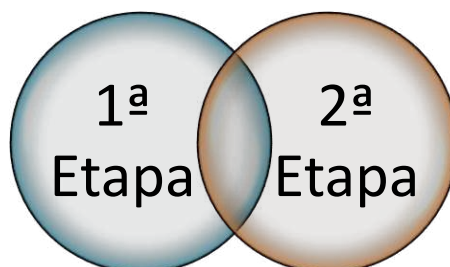


Figura 3: Comparação das questões nas duas etapas

- i. A classificação final das questões seria mantida quando coincidissem nas análises das duas etapas anteriores, ilustrado pela área comum no diagrama acima.
- ii. Quando houvesse divergência na classificação na primeira e na segunda etapa, a habilidade cognitiva foi definida pela segunda etapa.

No início do capítulo foi definido que o trabalho seria dividido em três partes, a primeira contou com estudo dos vestibulares, já a segunda foi escolhida o Enem 2017 por uma série de fatores: Pela relevância que os exames organizados pelo INEP têm na vida escolar dos estudantes do ensino médio, por ser de grande importância na preparação das aulas dos professores e também por se tratar, até o momento em que esse trabalho foi redigido, de avaliação ainda não pesquisada. Para o Enem, foram aplicados os mesmos procedimentos descritos anteriormente.

Na terceira parte desse trabalho foram elaborados dois simulados distintos. Para o primeiro foram escolhidas questões típicas de vestibulares, semelhantes as analisadas na etapa anterior. Para o segundo simulado foram elaboradas questões inéditas e contextualizadas, sendo definidas como problemas que exigem conhecimentos universais numa realidade próxima aos dos alunos,

provocando uma interação entre esse conhecimento e o mundo que o problema está inserido (SANTA CATARINA, 2001).

As questões desses simulados foram categorizadas dentro do contexto da TB e aplicadas no Instituto Federal do Espírito Santo, Ifes - Campus Ibatiba. Toda essa terceira parte compõe produto educacional que o programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, MNPEF, exige e será tratado de forma separada no apêndice, intitulado “Produto MNPEF”

Portanto, foram analisadas diversas questões de vários certames utilizando como base a TB, visando identificar o perfil cognitivo dos estudantes que as instituições buscavam através de seus sistemas de seleção, ou seja, pelas suas avaliações.

## 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente foram analisados os enunciados e resolvidas cada uma das questões, após esse primeiro momento comparou-se os verbos de cada uma das questões com os verbos de Bloom, tabela 2, pagina 15, e assim categorizadas dentro do domínio cognitivo específico presente, também na tabela 2. Para as questões que não apresentaram verbos que se enquadravam nos elencados por Bloom foram agrupadas a partir de sua resolução, conforme mencionado anteriormente na metodologia.

Esse trabalho foi organizado com questões objetivas e discursivas. A UFMG e Unicamp organizavam seus vestibulares com questões objetivas e discursivas, sendo que as questões objetivas possuem quatro opções de resposta para cada questão. Já o Enem organiza seus exames de forma objetiva, onde cada questão apresenta cinco alternativas.

## 6.1 ANÁLISE DAS QUESTÕES DA UFMG

Primeiramente, foram analisadas 90 questões objetivas referente aos seguintes anos: 1980, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010. O gráfico 1 a seguir mostra as proporções dos temas trazidos para esses anos.

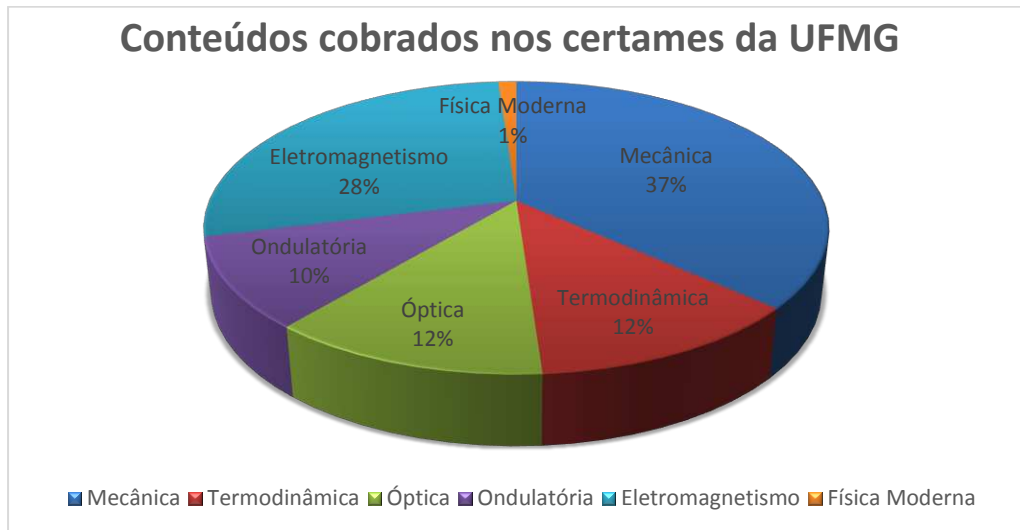
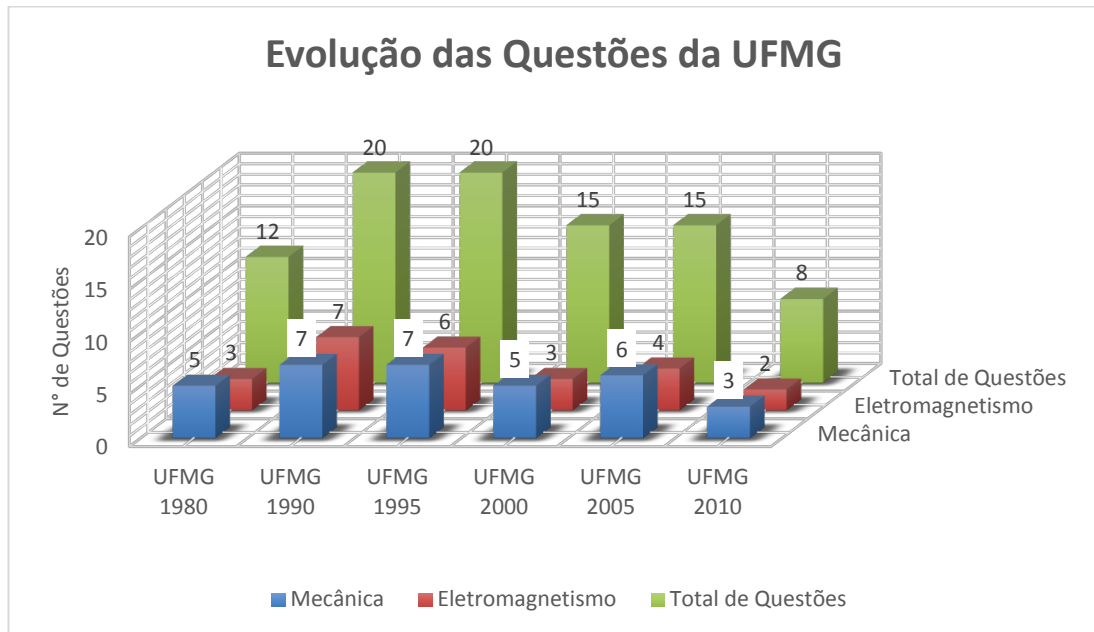


Gráfico 1: Estatística geral dos conteúdos cobrados nos vestibulares da UFMG

É possível observar a partir do gráfico 1, uma concentração nas questões de mecânica e eletromagnetismo, representando 65% da totalidade das questões nas seis provas. Esse resultado não é surpreendente, pois pela experiência adquirida ao longo dos anos em sala de aula, acredito que mecânica é o conteúdo mais trabalhado no ensino médio. A seguir é apresentado um gráfico que mostra a evolução do número de questões ao longo das provas analisadas. A análise se restringiu as questões relativas a mecânica e eletromagnetismo, pois são as áreas que apresentam os maiores percentuais, comparadas ao número total de questões conforme mencionado anteriormente.



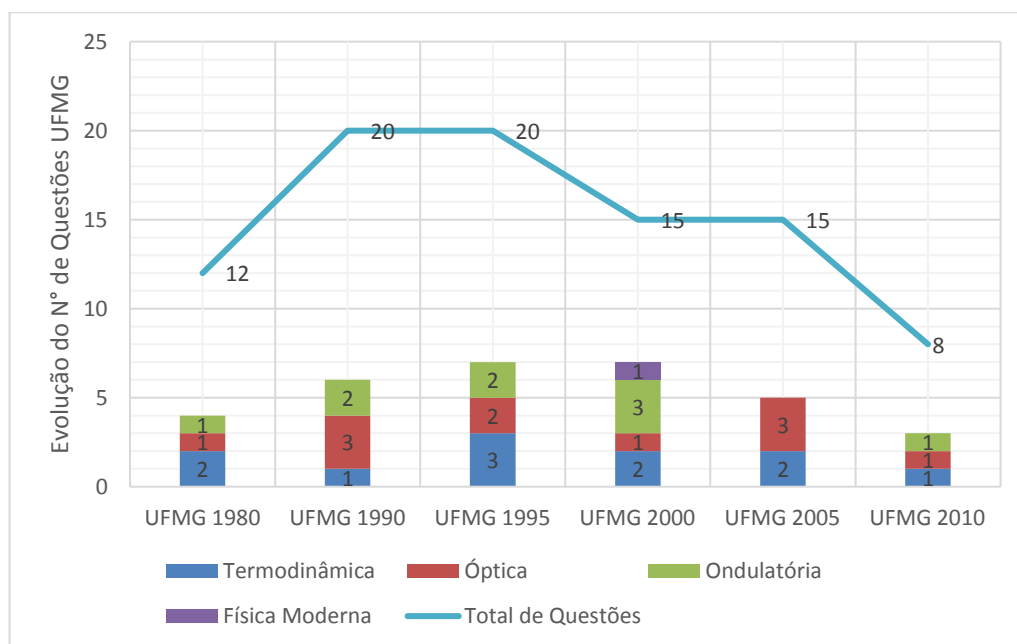
**Gráfico 2: Evolução das questões de Mecânica e Eletromagnetismo para as provas da UFMG**

No gráfico 2, são representados a evolução das questões de mecânica e eletromagnetismo. Se fosse levado em conta apenas provas de 1990 e 1995, seria possível afirmar que ocorreu um maior percentual de questões dos que nesses outros anos, mas na verdade o maior percentual ocorre nos anos de 1980 e 2005, com 41,6% e 40% respectivamente quando em comparação com o número total de questões. É razoável pensar que para os anos de 1990 e 1995 apresentariam um maior percentual, mas esse raciocínio está equivocado, pois deve ser levado em consideração o número total de questões, e especificamente para esses certames foram maiores, com vinte questões de física, fazendo com que o percentual seja menor perdendo somente para o ano de 2005 que apresenta 34% das questões de mecânica. No geral nessas provas privilegiam a área de Dinâmica, com questões relacionadas aos conteúdos: trabalho, potência, gravitação universal, cálculo de força utilizando dinamômetro à estudo da pressão.

De forma semelhante, para o eletromagnetismo, o maior percentual de questões contempladas ocorreram na avaliação de 1990 com 35% das questões. Já para prova 1995 apresentou-se 30% das questões com 6 questões. Os anos de 1980, 2005, 2010 apresentam os mesmos percentuais de questões, 25% para cada um deles, e por último a avaliação de 2000, com 20% 3 questões.

Da mesma forma que para as questões de mecânica deve-se observar o número de questões totais de cada ano, para determinar o percentual de cada tópico da física por avaliação como ficou detalhado no gráfico 2. Nessas questões foram abordados temas desde cálculo de correntes elétricas, voltagens, leituras de amperímetro e voltímetro a construções de gráficos de correntes induzidas em espiras.

As áreas da termodinâmica, óptica e ondulatória foram comparativamente menos privilegiadas que mecânica e o eletromagnetismo. O gráfico 3 mostra a evolução das questões para uma das áreas da Física com o número de questões contempladas em cada certame. A linha em azul indica o número total para cada vestibular, a título de exemplo, no exame de 1995, tiveram 2 questões de ondulatória, num total de 15 questões, o que representa um percentual próximo de 13% das questões para essa área.

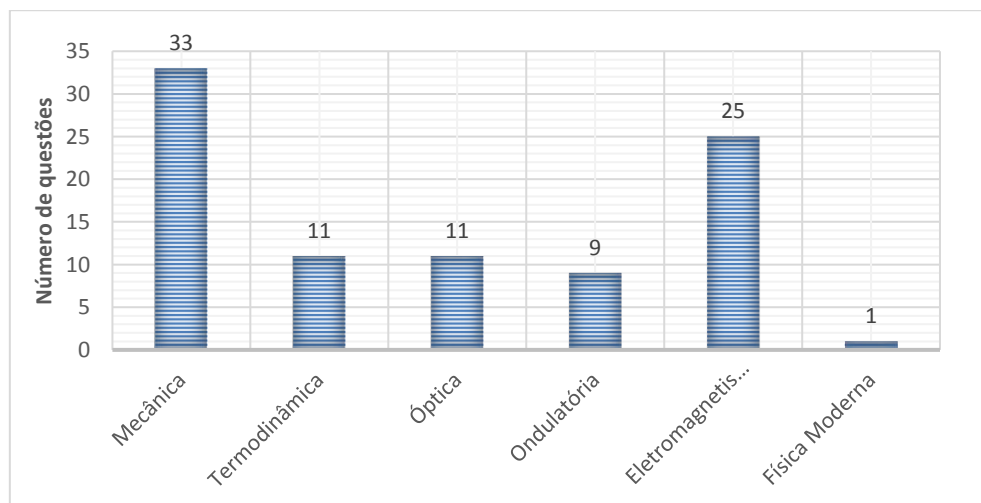


**Gráfico 3: Evolução do número de questões das áreas com menor número de questões**

Com relação às questões de Termodinâmica, é possível observar que em 1995, 3 questões, seguidos pelas provas de 1980, 2000 e 2005 com duas e finalmente as provas de 1990 e 2010 com apenas uma. Essa análise não pode ser feita somente com relação ao número de questões, mas sim tendo em conta o percentual de questões em toda a avaliação. Para o certame de 1995 que detém o maior número de questões, mas apresenta somente 15% das questões

totais, já o certame de 1980 com somente 2 questões dessa área apresenta 17% das questões de todo o certame concentrados na termodinâmica, essas versaram sobre diversos temas como, cálculo de temperaturas, dilatação, calorimetria e leis da termodinâmica.

O que também não surpreende é o baixo número de questões de física moderna, representando somente 1% dessas, ou seja, somente 1 questão de todas as avaliadas, vide gráfico 4. Esse resultado pode estar atrelado ao fato desse conteúdo ser muito pouco explorado principalmente nas escolas públicas brasileiras. Segundo Borges (2005) esse fato se deve aos livros didáticos, que apresentam esses temas no final de suas coleções, não havendo tempo hábil para serem discutidos em sala, pois em média são duas aulas semanais, portanto um tempo reduzido para abordar todo currículo de Física. No gráfico 4 é possível observar o número de questões por área, reforçando o que foi dito com relação ao percentual de cada área no certame, mecânica com 33 questões, seguido do eletromagnetismo com 25 depois com 11 cada Termodinâmica e Óptica seguido de 9 em Ondulatória e por último a física moderna como citada acima.



**Gráfico 4: Número de questões por conteúdo contidas nas seis provas da UFMG**

A questão de Física Moderna estava presente no certame de 2000, e teve como tema o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, apresentada abaixo:

(UFMG 2000) A presença de um elemento atômico em um gás pode ser determinada verificando-se as energias dos fótons que são emitidos pelo gás, quando este é aquecido. No modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, as energias dos dois níveis de menor energia são:

$$E_1 = - 13,6 \text{ eV}$$

$$E_2 = - 3,40 \text{ eV.}$$

Considerando-se essas informações, um valor **possível** para a energia dos fótons emitidos pelo hidrogênio aquecido é:

- a) - 17,0 eV.
- b) - 3,40 eV.
- c) 8,50 eV.
- d) 10,2 eV

Segundo a TB, para classificar uma questão de acordo com os domínios cognitivos, deve-se inicialmente procurar o verbo de comando da mesma. Para esse caso o verbo encontra-se implícito, quando é dito “um valor **possível**” implicitamente o comando é calcular, e de acordo com a tabela 2, esse verbo se encontra no domínio “Análise”, portanto o domínio cognitivo dessa única questão de Física Moderna é o do “Domínio Análise”, um domínio cognitivo intermediário.

Para cada uma das questões dos certames da UFMG, conforme explicitado no capítulo de metodologia e exemplificado acima, respeitou-se um rito, começando pela análise dos verbos utilizados em cada uma das questões presentes nas provas analisadas. Após isso, buscou-se a alocação de cada em um domínio cognitivo específico, respeitando a tabela 3. A seguir é mostrada categorização das questões analisadas no domínio cognitivo correspondente na tabela 4.

Tabela 4: Enquadramento dos domínios cognitivos para as questões da UFMG segundo a Taxonomia de Bloom

Dimensão do processo cognitivo	UFMG 1980	UFMG 1990	UFMG 1995	UFMG 2000	UFMG 2005	UFMG 2010	Total por Domínios
Conhecimento	1	3	3	2	0	0	9
Compreensão	3	3	6	6	8	4	30
Aplicação	1	4	1	0	0	0	6
Análise	4	6	4	4	7	4	29
Síntese	1	1	1	1	0	0	4
Avaliação	2	3	5	2	0	0	12
<b>Total de Questões</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>90</b>

A seguir é apresentado o gráfico 5 com os percentuais dos domínios cognitivos presentes nas questões das avaliações da UFMG.

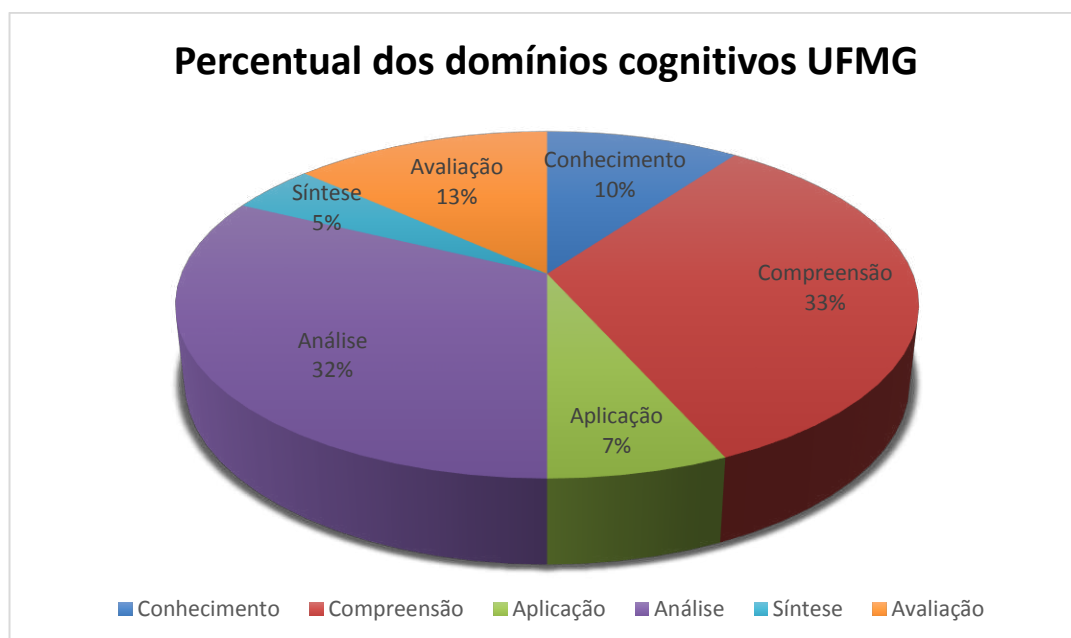


Gráfico 5: Percentagem dos domínios cognitivos das questões da UFMG

A tabela 5 mostra estes dados na forma percentual, enquanto o gráfico 5 oferece a visualização gráfica destes últimos.

Tabela 5: Percentual dos domínios cognitivos das provas da UFMG analisadas

Dimensão do processo cognitivo	UFMG 1980	UFMG 1990	UFMG 1995	UFMG 2000	UFMG 2005	UFMG 2010	Percentual total dos domínios
<b>Conhecimento</b>	8%	15%	15%	13%	0%	0%	10%
<b>Compreensão</b>	25%	15%	30%	40%	53%	50%	33%
<b>Aplicação</b>	8%	20%	5%	0%	0%	0%	7%
<b>Análise</b>	33%	30%	20%	27%	47%	50%	32%
<b>Síntese</b>	8%	5%	5%	7%	0%	0%	5%
<b>Avaliação</b>	17%	15%	25%	13%	0%	0%	13%
<b>Total de Questões por prova</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Diante dessas informações apresentadas nas tabela 4 e 5 e no gráfico 5 é possível observar uma maior concentração nos domínios “Compreensão” e “Análise” representando 65%, ou seja, cinquenta e nove das noventa questões analisadas. Ainda para esses dois domínios é observado que “Compreensão” teve um aumento médio de 35,5% ao longo dos anos avaliados, em 1980 tiveram 3 questões de um total de 12, ou seja, um percentual de 25% da prova, já em 2010, esse domínio representa 50% de toda a avaliação. Para o domínio “Análise” o aumento não é tão expressivo quanto o anterior, o percentual fica entre 20 e 30% aumentando consideravelmente nos anos de 2005 e 2010 com 46 e 50% respectivamente.

É possível notar que o domínio “Aplicação” apresenta os menores índices nas provas de 1980 e 1995, com 8% e 5% respectivamente, apresentando maior percentual somente na avaliação de 1990, com 20% da prova, um total de 4 questões, valor bastante alto comparado a série analisada pois essa universidade não explora muito esse domínio cognitivo.

Outra atipicidade ocorre no domínio “Compreensão”, essa classificação foi bastante requisitada nos certames da UFMG ocorrendo um percentual baixo comparado com anos analisados, somente na prova de 1990, com apenas 15% das questões uma vez e que nos outros o menor índice foi de 25%, ou seja, 3 questões em um total de 20.

A fim de exemplificar o domínio cognitivo de algumas questões, foram escolhidas algumas questões dos domínios “Compreensão” e “Análise” que apareceram em maior concentração nas provas da UFMG. A primeira destas questões representa uma inquirição categorizada no domínio “Compreensão”, cuja solução se dá por meio da identificação das características da imagem de um espelho côncavo com imagem não invertida.

(UFMG 1990) Com um espelho côncavo, pode-se formar, de um objeto real, uma imagem não invertida e que seja:

- a) Real e maior do que o objeto.
- b) Real e do tamanho do objeto.
- c) Real e menor do que o objeto.
- d) Virtual e maior do que o objeto.
- e) Virtual e menor que o objeto

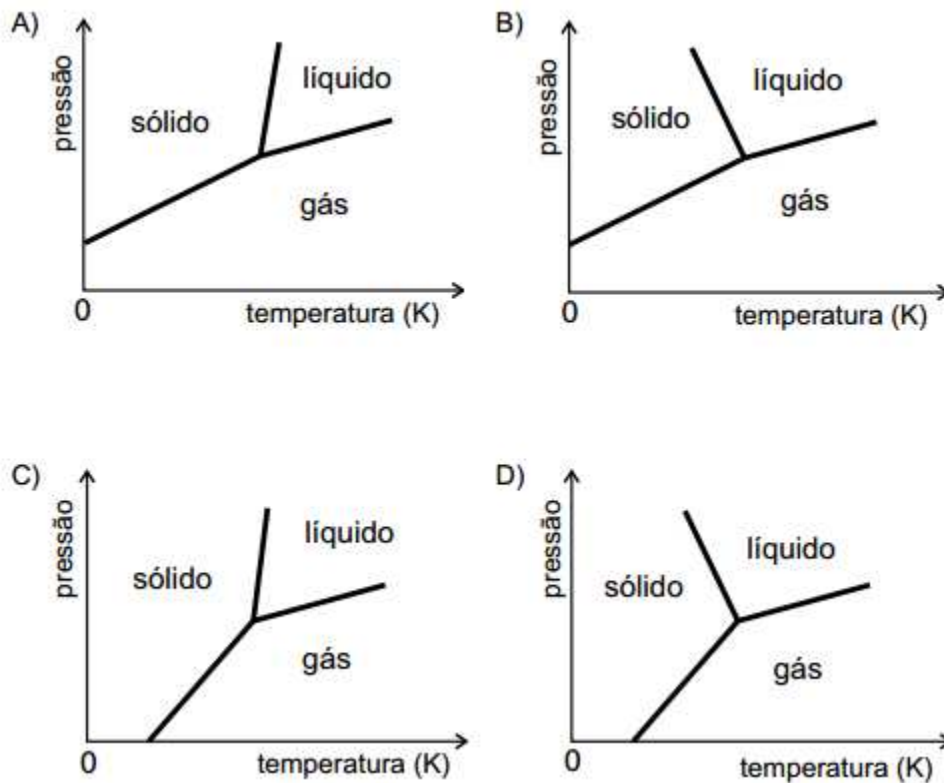
Para essa questão, o verbo de comando está centrado na classificação das características das imagens do espelho côncavo, seguindo a tabela 2, o verbo “Classificar” está contido no domínio “Compreensão”, ou seja, o candidato não necessita de conhecimento aprofundado sobre esse conteúdo. Para a solução da questão é necessário somente conhecer os tipos de imagens dos espelhos esféricos. Isso coaduna com a definição para esse domínio, presente na tabela 1: “Esse domínio cognitivo é pautado na habilidade de lembrar informações e conteúdos previamente discutidos, como: fatos e datas, palavras, teorias, métodos, **classificações**, lugares, regras, critérios, procedimentos.” A partir dessa definição a questão foi classificada como pertencente ao domínio cognitivo “Compreensão”.

A outra questão está relacionada ao grupo “Análise”, e estava presente no certame de 2010. Pelo verbo de comando da questão espera-se que o candidato identifique o melhor diagrama de fase segundo as informações fornecidas pelo enunciado.

(UFMG 2010) Considere estas informações:

- a temperaturas muito baixas, a água está sempre na fase sólida;
- aumentando-se a pressão, a temperatura de fusão da água diminui.

Assinale a alternativa em que o diagrama de fases pressão versus temperatura para a água, está de acordo com essas informações.



Seguindo o procedimento anterior, foi identificado o verbo de comando do problema, **“Assinale”**. A tabela 2, mostra que esse verbo é classificado no domínio “Análise” o que faz com que essa questão seja classificada no domínio cognitivo “Análise”. Nesse problema o aluno deveria conhecer os diagramas de mudança de fase e ainda diferenciar cada gráfico de acordo com características fornecidas pelo problema, “a temperaturas muito baixas, a água está sempre na

fase sólida” e “aumentando-se a pressão, a temperatura de fusão da água diminui”. Essa questão apresenta um nível de complexidade maior que a questão anterior, exigindo maior conhecimento de física. Para a solução o candidato deveria apresentar também capacidade de diferenciar cada um dos diagramas apresentados, o que exige um esforço cognitivo maior que a questão anterior.

Uma das propostas desse trabalho é investigar os domínios cognitivos nas provas anteriores e posteriores a Lei 9394/1996. De acordo com lei 5692/1971 são objetivos da educação básica “proporcionar ao educando a formação necessária ao desenvolvimento de suas potencialidades como elemento de autorrealização, qualificação para o trabalho e preparo para o exercício consciente da cidadania”. A referida lei aponta como objetivo da educação básica a preparação para o mundo do trabalho, formando profissionais com habilitações diversas, por exemplo, magistério e técnico em contabilidade. Em seu artigo 5º (BRASIL, 1971), declara.

Art. 5º As disciplinas, áreas de estudo e atividades que resultem das matérias fixadas na forma do artigo anterior, com as disposições necessárias ao seu relacionamento, ordenação e sequência, constituirão para cada grau o currículo pleno do estabelecimento.

§ 1º Observadas as normas de cada sistema de ensino, o currículo pleno terá uma parte de educação geral e outra de formação especial, sendo organizado de modo que:

- a) no ensino de primeiro grau, a parte de educação geral seja exclusiva nas séries iniciais e predominantes nas finais;
- b) no ensino de segundo grau, predomine a parte de formação especial.

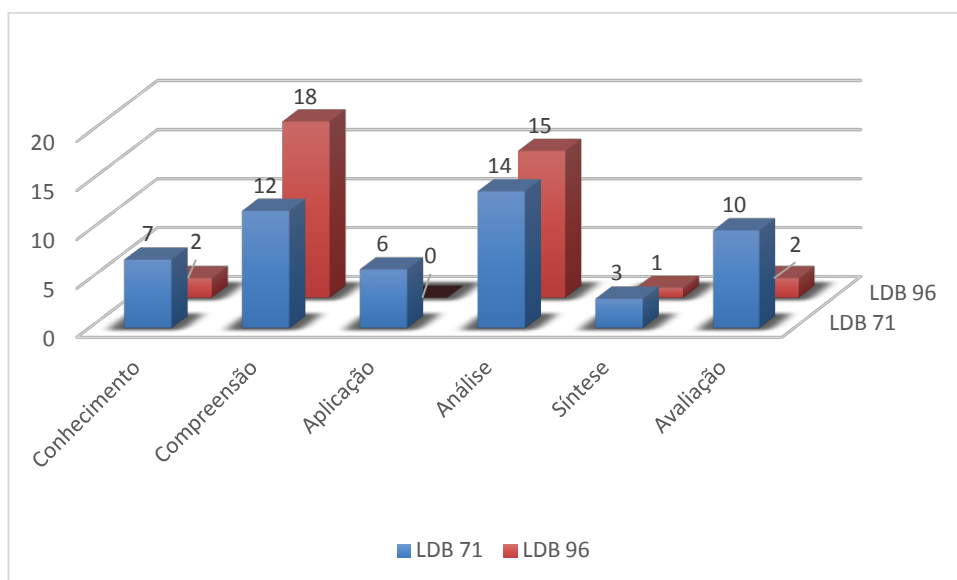
§ 2º A parte de formação especial de currículo:

- a) terá o objetivo de sondagem de aptidões e iniciação para o trabalho, no 1º grau, e de habilitação profissional, no ensino de 2º grau;
- b) será fixada, quando se destina a iniciação e habilitação profissional, em consonância com as necessidades do

mercado de trabalho local ou regional, à vista de levantamentos periodicamente renovados.

O parágrafo 2º define a formação especial com a finalidade de formar o estudante um profissional qualificado através de uma habilitação profissional seguindo as necessidades locais ou regionais, ou seja, sairá da escola pronto para o mercado de trabalho. Essa LDB não apresenta como finalidade da educação a preparação do estudante para o ensino superior, apesar de prever o acesso após a conclusão do 2º grau.

Durante a vigência da referida lei, que vigorou de 1971 à 1996, as questões presentes nos vestibulares eram mais uniformemente distribuídas em relação aos domínios cognitivos, vide gráfico 6.



**Gráfico 6: Distribuição das questões da UFMG por domínios cognitivos durante a vigência da LDB 71 e LDB 96**

Para os certames de 1980, 1990 e 1995, ainda durante a vigência da lei de 1971, o gráfico acima mostra que todos os domínios cognitivos foram abordados, fato que não é observado após a promulgação da atual LDB, lei 9394/1996. Este fato pode estar relacionado ao objetivo final da primeira LDB, que buscava a formação o cidadão para o mercado de trabalho, e assim objetivava fornecê-los uma formação mais aprofundada. Para a atual LDB chega-se

a não apresentar nenhum domínio cognitivo além de “Compreensão” e “Análise”, vide tabela 5, para os anos de 2005 e 2010.

Na prova de 1995 observa-se uma mudança na concentração das questões nos domínios “Aplicação” e “Análise” para os domínios “Compreensão” e “Avaliação”, com 30% e 25% respectivamente, como mostra a tabela 5. Para as questões no domínio “Avaliação” o discente deveria apresentar condições de julgar o valor do conhecimento empregado em cada solução.

Após a LDB de 1996, verifica-se concentração nos domínios “Compreensão” e “Análise”, fato evidenciado nas tabelas 4 e 5 principalmente nas provas de 2005 e 2010, onde somente esses dois domínios foram contemplados. Esse fato pode estar atrelado ao art. 35 IV dessa lei que traz o seguinte texto sobre a finalidade do ensino médio: “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina”. Basicamente esses dois domínios estão em sintonia com esta lei e os documentos complementares da educação brasileira, como os Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), que apresentam consonância com a referida lei. Propõem aos alunos compreensão e operacionalização de aparatos tecnológicos, desde de máquinas até processos industriais, ou seja, segundo os referidos documentos os alunos não somente sairão preparados para o mercado de trabalho, mas também para o ensino superior. A lei traz em seu artigo 2º o seguinte texto: “A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o **pleno desenvolvimento do educando**, seu preparo para o exercício da cidadania e **sua qualificação para o trabalho**”. O que diferencia as leis, a LDB de 71 e a de 96, é a abrangência, presente na segunda, em relação as qualificações para o trabalho de forma mais ampla, podendo o estudante se qualificar no ensino médio ou superior.

As questões dos domínios compreensão e análise apresentam ações muito próximas a esses objetivos, como, manipular, operacionalizar, organizar, construir, reproduzir reconhecer e outros mais. O que não pode ser afirmado é que seja uma tendência das provas da UFMG, uma vez que foram analisadas

uma amostra pequena em comparação com o número de certames organizados pela Copeve.

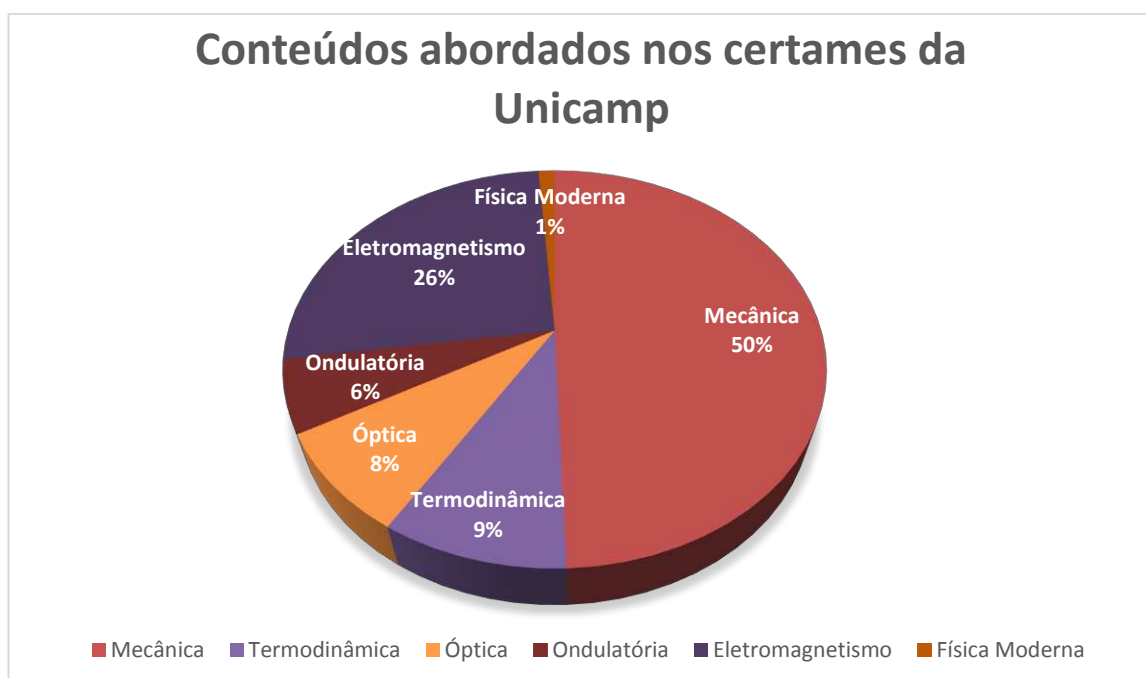
Através das tabelas 4,5 e do gráfico 5, é possível reafirmar que uma das características dessas provas da UFMG é a de apresentar um caráter mais conceitual. Este aspecto é demonstrado pelo baixo percentual, 7% de 90 questões, ou seja, apenas 6 questões para o domínio “Aplicação”, que busca a aplicação de conhecimento adquirido em problemas práticos e concretos. Nessas questões o aluno deve apresentar a capacidade de resolver problemas, ou seja, apresenta os seguintes verbos principais, construir, produzir, ilustrar, manipular, programar, desenvolver e todos os outros apresentados na tabela 2.

Os domínios predominantes apresentam características complementares. O primeiro, “Compreensão”, trata basicamente de compreender e dar significado a um conteúdo previamente abordado. Já o segundo, “Análise”, não é somente a compreensão, mas uma estruturação do objeto de estudo.

Diante do exposto, e sabendo da hierarquia dos domínios, os discentes que galgaram sucesso nessa avaliação devem ter apresentado uma forte característica em descrever um certo conteúdo em uma forma ou contexto, também de apresentar capacidade de subdividir essas informações em partes para entender toda a estrutura final. Eles são capazes de, a partir da interpretação de um experimento, observar e descrever certos fenômenos, esquematizando-os e questionando-os.

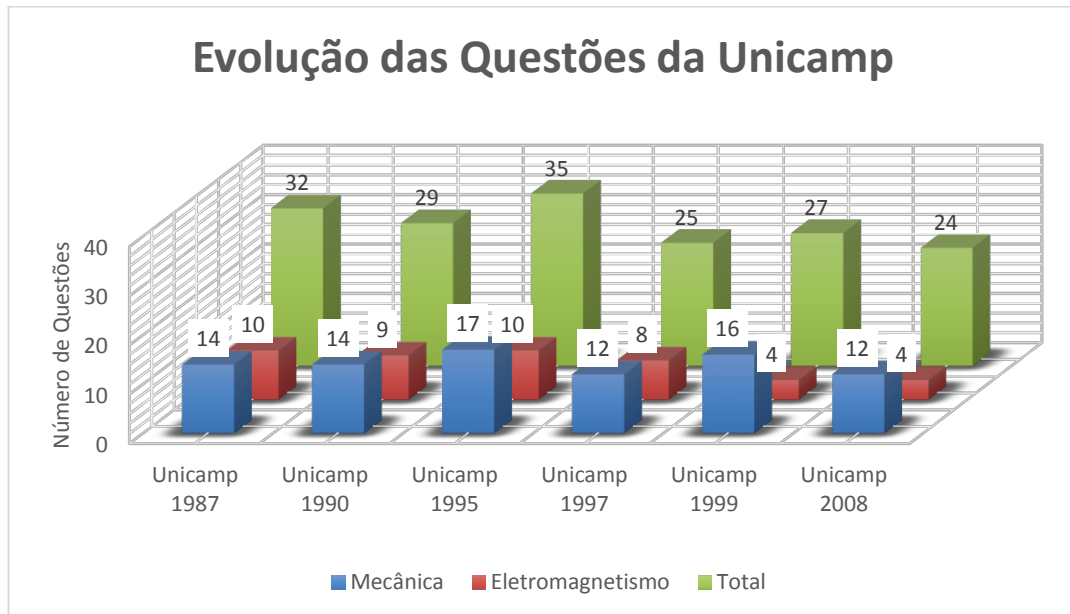
## 6.2 ANÁLISE DAS QUESTÕES DA UNICAMP

Da Unicamp, foram analisadas um total de 172 questões. As provas analisadas eram discursivas e as questões apresentavam em média, dois ou três itens a serem resolvidos. Foram selecionados os seguintes certames: 1987, 1990, 1995, 1997, 1999 e 2008, seguindo a mesma premissa anterior, três provas anteriores a LDB e três posteriores. O gráfico 7 mostra a distribuição dos assuntos abordados nesses exames de acordo com o conteúdo programático, como pode ser visto no Anexo A.



**Gráfico 7: Estatística geral dos conteúdos cobrados nos vestibulares da Unicamp**

A partir do gráfico 7 é possível observar que o conteúdo de mecânica é o mais cobrado, assim como no vestibular da UFMG. Juntamente com eletromagnetismo, correspondem a aproximadamente três quartos do total, 130 questões das 172. O gráfico 8, a seguir, mostra a evolução do número de questões de mecânica e eletromagnetismo, ao longo dos anos.

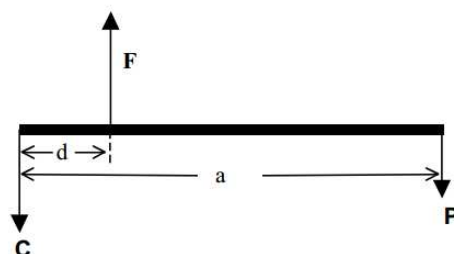
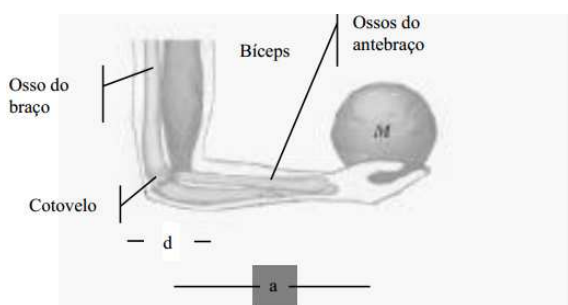


**Gráfico 8: Evolução das questões de Mecânica e Eletromagnetismo para as provas da Unicamp**

Com base no gráfico 8, observa-se que em todos os anos o conteúdo de mecânica representa mais do que 40% de toda prova de Física. As provas dos anos de 1987, 1990, 1995, 1999 e 2008 tiveram os respectivos percentuais de questões de mecânica, 43,8%, 48,3%, 49%, 48%, 59% e 50%. É possível observar um aumento das questões salientando os anos de 1999 com 59%. Confirma-se que mecânica é uma das áreas da física mais cobrada. Esse conteúdo é um dos mais estudados pelos alunos brasileiros pois sendo um dos primeiros itens do conteúdo programático também se torna um dos primeiros abordados pelos professores. As provas da Unicamp contemplaram questões de diversos tópicos da mecânica que vão desde de movimento circular com transmissão pela periferia, empuxo, gravitação universal à questões que tratam de equilíbrio dos corpos rígidos, a partir do cálculo de equilíbrio de forças e momentos.

A seguir é apresentado, a título de exemplo uma questão de mecânica trazida pelo vestibular de 2008,

(Unicamp 2008) O bíceps é um dos músculos envolvidos no processo de dobrar nossos braços. Esse músculo funciona num sistema de alavanca como é mostrado na figura abaixo. O simples ato de equilibrarmos um objeto na palma da mão, estando o braço em posição vertical e o antebraço em posição horizontal, é o resultado de um equilíbrio das seguintes forças: o peso  $\mathbf{P}$  do objeto, a força  $\mathbf{F}$  que o bíceps exerce sobre um dos ossos do antebraço e a força  $\mathbf{C}$  que o osso do braço exerce sobre o cotovelo. A distância do cotovelo até a palma da mão é  $a = 0,30$  m e a distância do cotovelo ao ponto em que o bíceps está ligado a um dos ossos do antebraço é de  $d = 0,04$  m. O objeto que a pessoa está segurando tem massa  $M = 2,0$  kg. Despreze o peso do antebraço e da mão.



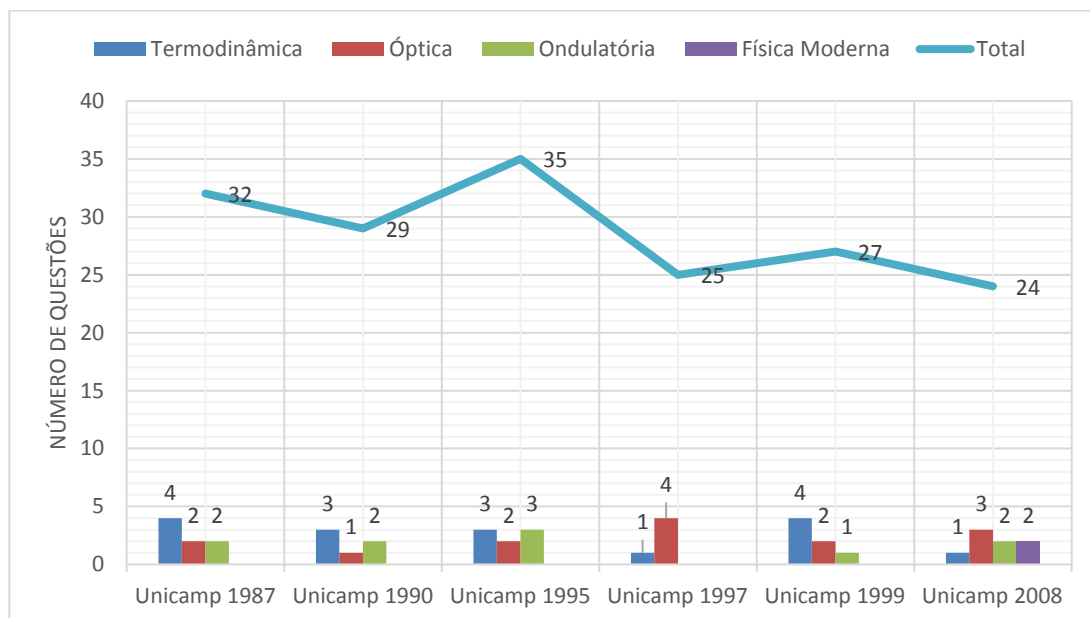
- Determine a força  $F$  que o bíceps deve exercer no antebraço.
- Determine a força  $C$  que o osso do braço exerce nos ossos do antebraço.

A questão acima trata da necessidade do aluno conhecer as condições de equilíbrio de translação e rotação, que devem ser nulos na situação de equilíbrio, que de forma bem resumida os define como a soma das forças externas e dos momentos escalares de todas as forças atuantes no corpo (DOCA, JOSÉ e BÔAS, 2012).

Já para as questões de eletromagnetismo o percentual é para os anos de 1987, 1990, 1995, 1997, 1999 e 2008 apresentam as seguintes taxas, 31,3%, 31%, 28,8%, 32%, 14,8%, 17%, até o ano de 1997 a razão fica próximo de 30% após esses anos tem uma queda acentuada para 14,8 e 17. Essas questões trataram de conteúdos diversos como, análise de circuitos elétricos, as leis de

ôm, partículas em campos magnéticos, cálculos de campos magnéticos entre outros.

As outras áreas, termodinâmica, óptica, ondulatória, serão analisados por meio do gráfico 9:



**Gráfico 9: Evolução do número de questões Unicamp para as áreas com menor número de questões**

Para a área da Termodinâmica, é possível observar um maior número de questões em 1987 e 1999, com 4 itens, seguidos pelas provas de 1990 e 1995 e finalmente as provas de 1997 e 2008 com apenas uma questão. As questões de todo o certame concentrados na termodinâmica tiveram variados temas como, ciclos termodinâmicos, rendimentos de máquinas térmica, calorimetria e escalas de temperatura. Já para ondulatória o vestibular que mais contou com questões foi do ano de 1995 com 3 questões de 35 no total, representando um percentual de 8,5% do certame. Já no ano de 1997 não foi observado nenhum questão dessa área. De forma geral, para as provas da Unicamp os temas mais frequentes dentro deste contexto, são desde movimento harmônico simples, cálculo de velocidade de propagação de onda em uma corda à intensidade sonora.

Pelo gráfico 10, é possível observar de forma unificada o número de questões por cada área da física. Da mesma forma que a UFMG, a Unicamp quase não privilegiou questões de física moderna, com apenas duas, de um total de

cento e setenta e duas, apresentando um percentual de 1%, fortalecendo a afirmação anterior de que esse tema não é muito cobrado. Esse tema raramente é abordado nas escolas de ensino médio, sendo apontado por (PIRES;VEIT,2006 apud BITENCOURT, 2013) como um dos motivos a diminuição da carga horária da disciplina de Física fazendo com que o professor em alguns casos apresente de forma muito superficial esses conteúdos, baseado esse conhecimento somente nas equações sem quaisquer discussões teóricas.

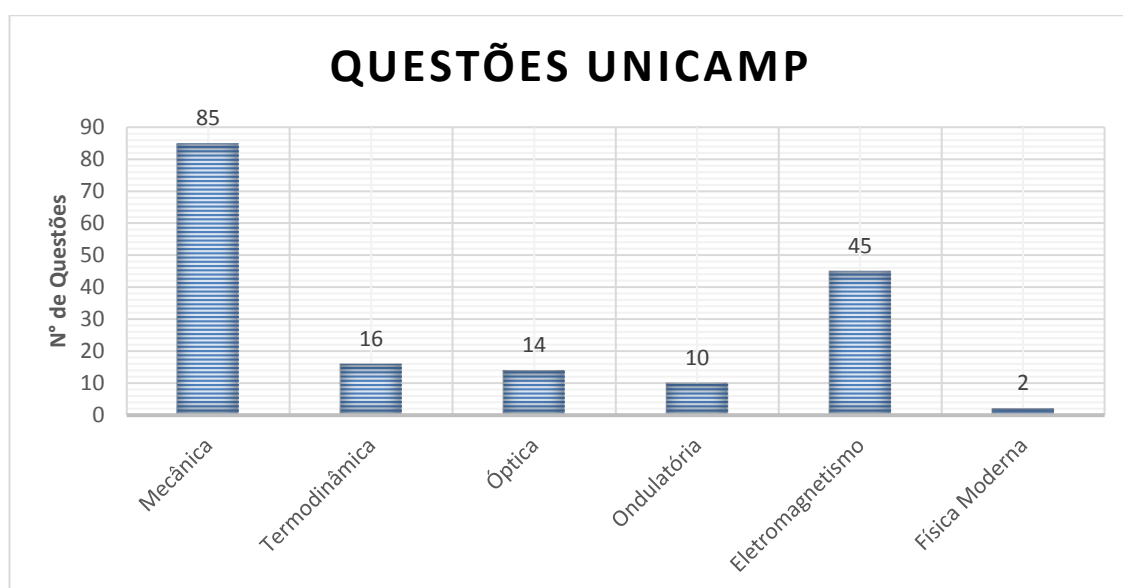


Gráfico 10: Número de questões por conteúdo contidas nas seis provas da Unicamp.

A seguir estão apresentadas as duas questões de Física Moderna.

(Unicamp 2008) Com um pouco de capacidade de interpretação do enunciado, é possível entender um problema de Física Moderna, como o exposto abaixo, com base nos conhecimentos de ensino médio.

O Positrônio é um átomo formado por um elétron e sua antipartícula, o pósitron, que possui carga oposta e massa igual à do elétron. Ele é semelhante ao átomo de Hidrogênio, que possui um elétron e um próton. A energia do nível fundamental desses átomos é dada por  $E_1 = \frac{-13,6}{(1+\frac{m_e}{m_p})} eV$ , onde  $m_e$  é a massa do

elétron e  $m_p$  é a massa do pósitron, no caso do Positrônio, ou a massa do próton, no caso do átomo de Hidrogênio. Para o átomo de Hidrogênio, como a massa do próton é muito maior que a massa do elétron,  $E_1 = -13,6$  eV.

- c) Calcule a energia do nível fundamental do Positrônio.
- d) Ao contrário do átomo de Hidrogênio, o Positrônio é muito instável, pois o elétron pode se aniquilar com a sua antipartícula, produzindo fótons de alta energia, chamados raios gama. Considerando que as massas do elétron e dos pósitrons são  $m_e = m_p = 9 \times 10^{-31}$  kg, e que, ao se aniquilarem, toda a sua energia, dada pela relação de Einstein  $E_p + E_e = m_e c^2 + m_p c^2$ , é convertida na energia de dois fótons gama, calcule a energia de cada fóton produzido. A velocidade da luz é  $c = 3,0 \times 10^8$  m/s

A questão acima trata de um tema atual, antipartícula, que antes era explorado em filmes e desenhos animados, também faz referência a famosa equação de Einstein,  $E = mc^2$ , onde muitos a conhecem, mas não sabem o significado e o contexto em que é utilizada. Essa questão é considerada difícil por duas justificativas, a primeira pelo alto domínio cognitivo que é classificada “Avaliação” e também pelo tema ser raramente abordado nas escolas de educação básica.

A análise das questões da Unicamp sob o ponto de vista dos domínios cognitivos seguiu o mesmo rito que a análise da UFMG, a tabela 6, apresenta as questões categorizadas dentro dos domínios avaliados TB.

Tabela 6: Enquadramento dos domínios cognitivos para as questões da Unicamp segundo a Taxonomia de Bloom.

Dimensão do processo cognitivo	Unicamp 1987	Unicamp 1990	Unicamp 1995	Unicamp 1997	Unicamp 1999	Unicamp 2008	Total de Domínios
Conhecimento	0	0	0	0	0	0	0
Compreensão	0	1	1	0	1	0	3
Aplicação	2	2	3	0	0	1	8
Análise	23	16	20	27	19	22	127
Síntese	5	3	4	0	3	0	15
Avaliação	3	7	3	1	4	1	19
<b>Total de Questões</b>	<b>33</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>27</b>	<b>24</b>	<b>172</b>

Com base na tabela acima, é possível observar total concentração do domínio “Análise”, totalizando 127 questões de um total de 172 questões, o gráfico abaixo mostra o percentual da distribuição desses domínios.

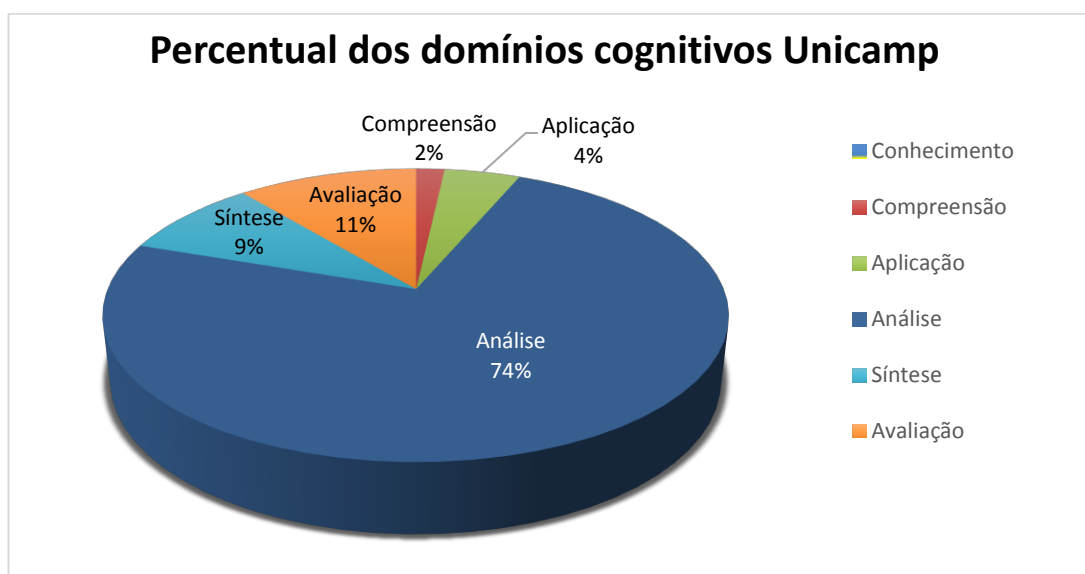


Gráfico 11: Percentual dos domínios cognitivos das questões da Unicamp

Através desse gráfico observa-se a distribuição do percentual dos domínios cognitivos dos certames da Unicamp, como citado acima, 74% das questões, ou seja, 127 de um total de 172 se encaixam no domínio “Análise”, onde

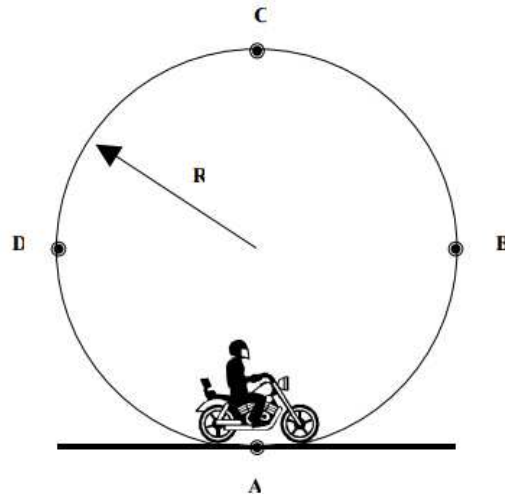
predominou o verbo “calcular”, dando um caráter mais matemático as avaliações. Outro domínio que predomina é “Avaliação” com 11%, com 19 questões aplicadas nos certames analisados, que é o último degrau na taxonomia de Bloom, fazendo com que o vestibular dessa universidade apresente as categorias mais elevadas da TB, ou seja, apresenta um nível de aprofundamento maior e conseqüente mais difícil.

A questão de física moderna apresentada anteriormente, é classificada no domínio cognitivo “Avaliação”, no começo de seu enunciado ela apresenta o verbo **interpretar** que está alocado segundo os estudos e Bloom nesse domínio, mas caso não viesse explicitamente esse verbo com uma leitura e análise aprofundada da questão encontram-se características do domínio cognitivo citado a partir de ações como, comparar o positrônio com o átomo de hidrogênio, resolver o problema matemático em questão, fazer estimativas e validar o modelo do positrônio, confirmando que essa questão pertence de fato ao domínio classificado.

A partir do Gráfico 11 e da tabela 6, pode-se notar que os domínios “Conhecimento”, “Compreensão” e “Aplicação” são os menos privilegiados sendo que o primeiro, “Conhecimento”, não foi contemplado nas das 172 questões analisadas, o que reforça a afirmação de que esse certame apresenta um alto nível de dificuldade. O domínio “Compreensão” representou 2% das questões analisadas, somente 3 questões, nos certames de 1990, 1995 e 1999 com somente uma atividade nesse domínio. Já no domínio cognitivo “Aplicação” tiveram 8 questões representando um percentual de 11%, são classificados nessa categoria verbos como, interpretar, manipular, modificar, desenvolver entre outros.

A fim de ilustrar algumas questões cobradas no certame da Unicamp, e mostrar como a TB foi aplicada nessas questões, foi escolhida a questão 3 da prova de 1999.

(Unicamp 1999) Uma atração muito popular nos circos é o “Globo da Morte”, que consiste numa gaiola de forma esférica no interior da qual se movimenta uma pessoa pilotando uma motocicleta. Considere um globo de raio  $R = 3,6$  m.

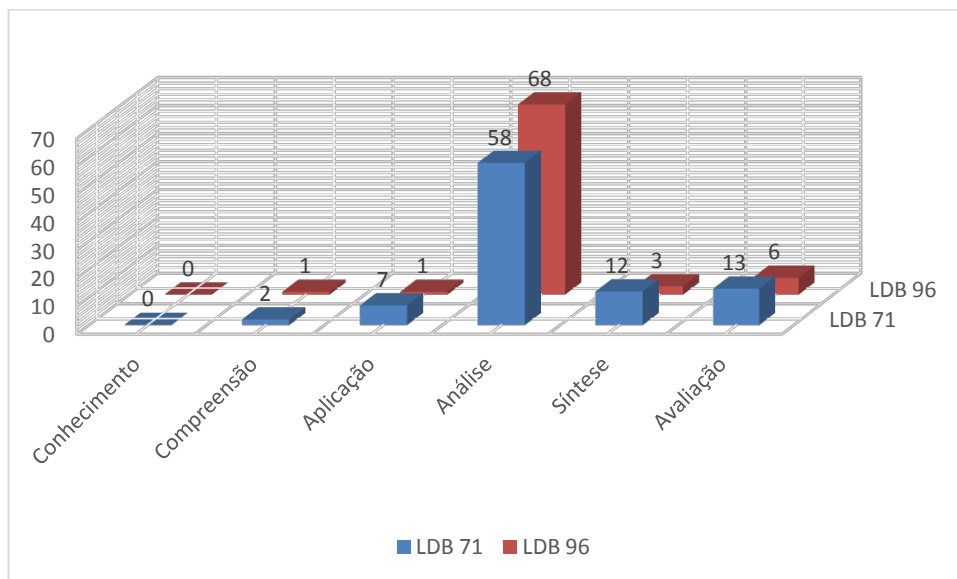


a) Faça um diagrama das forças que atuam sobre a motocicleta nos pontos A, B, C e D indicados na figura abaixo, sem incluir as forças de atrito. Para efeitos práticos, considere o conjunto piloto + motocicleta como sendo um ponto material.

A questão acima pertence ao domínio cognitivo “Síntese”, pois pede-se ao aluno para construir um diagrama de forças. Nesse domínio estão relacionados os seguintes verbos de Bloom: Desenhar, organizar, elaborar, resumir, estruturar e montar, todas essas ações fazem parte do processo de criação que o discente necessitará para construir esse diagrama.

Um dos objetivos desse trabalho era analisar as provas antes e depois da Lei 9394/1996, a tabela 6 e o gráfico 12 mostram a evolução segundo a proposta da referida lei, ao contrário das provas da UFMG as provas Unicamp apresentam concentração no domínio “Análise”. Nota-se que após a vigência dessa LDB as questões dos exames são mais concentradas nesse domínio totalizando quase 80%, totalizando 68 questões nos três últimos anos avaliados. Com o auxílio do gráfico 12, é possível observar que durante a vigência da LDB de 1971 essa universidade contou com um número maior de questões nos domínios cognitivos mais complexos, ou seja, mais próximo do topo da pirâmide de Bloom, as classificações “Síntese” e “Avaliação”, indicando que o aluno durante a lei de 71 sairia com uma formação sólida e pretensamente preparado para o mercado

de trabalho. Já na LDB de 96 a complementação da formação se daria no ensino superior, que pode ser justificado pelo menor número de questões nos domínios mais complexos.



**Gráfico 12: Distribuição das questões da Unicamp por domínios cognitivos durante a vigência da LDB 71 e LDB 96**

Sob o ponto de vista da TB, quanto mais avançado na escala dos domínios maior será o esforço cognitivo que o discente deverá empregar na resolução e conseqüentemente maior o nível de dificuldade que cada questão apresentará. Seguindo essa ideia e de posse da tabela 6, podemos constatar uma diminuição da dificuldade nos exames após a LDB 96, uma vez que diminuem o número de questões com domínio cognitivo acima da classe “Análise”.

Portanto, conforme análise das avaliações da Unicamp para os anos de 1987, 1990, 1995, 1997, 1999 e 2008 utilizando a TB, há uma predominância de questões no domínio cognitivo “Análise”. Logo os discentes deveriam apresentar a capacidade de dividir um conteúdo em partes com a finalidade de entender toda a estrutura final, identificar as leis físicas que regem cada um dos problemas, comparar informações e equações, relacionar teorias, fazer esquemas, trabalhar com deduções e outros. Para isso não é somente necessário conhecer as leis natureza ou a matemática por trás de cada problema, mas sim o princípio organizador de cada conteúdo e como eles se relacionam entre si.

### 6.3 ANÁLISE DAS QUESTÕES DO ENEM 2017

Para essa análise foi selecionado a prova do ENEM 2017. A análise obedeceu a mesma metodologia que as anteriores.

Inicialmente o gráfico 13 mostra a distribuição de conteúdo exigidos nesse exame, um total de 15 questões.

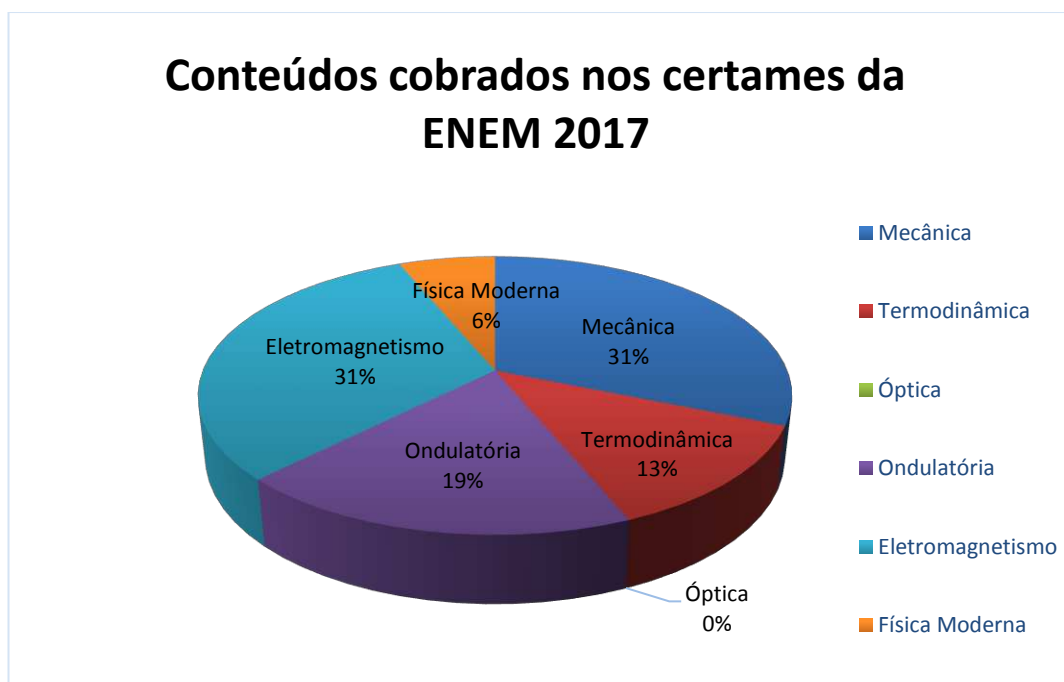
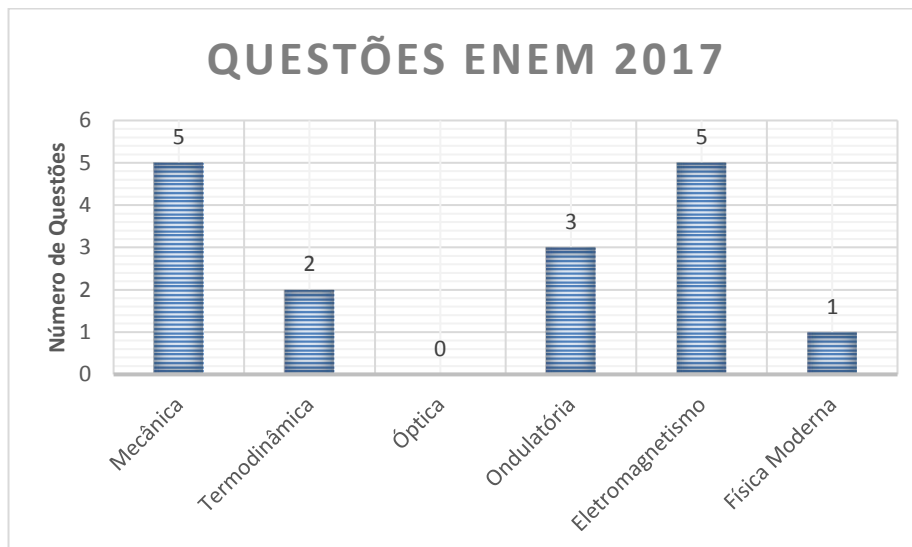


Gráfico 13: Estatística geral dos conteúdos cobrados no ENEM 2017

A partir desse gráfico é possível observar questões distribuídas nas diversas áreas da física, mas ainda assim, os conteúdos de mecânica e eletromagnetismo foram os mais contemplados.

Como mencionado anteriormente, o Enem divide seus conteúdos de acordo com a afinidade das áreas, sendo assim, a física está contida no domínio das ciências da natureza, e no exame de 2017 contou com 45 questões divididas entre a Física, Química e Biologia. A Física presente nesse certame forneceu aos candidatos ao todo 15 questões que podem ser observadas a distribuição quanto ao conteúdo no gráfico 14.



**Gráfico 14: Número de questões por conteúdo Enem 2017**

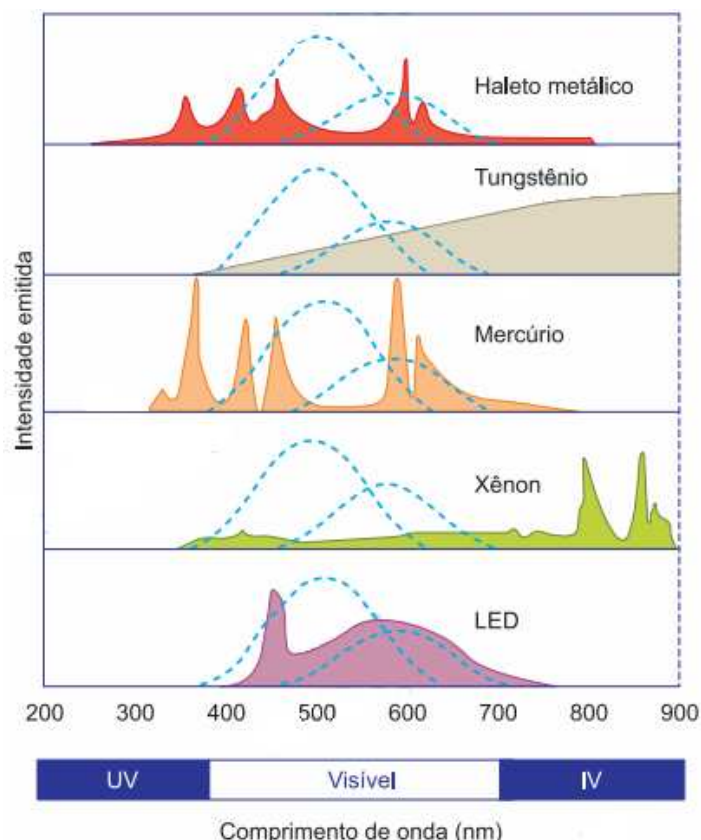
Conforme citado anteriormente, mecânica e eletromagnetismo foram as áreas com maior número de questões, com cinco questões cada, as de eletromagnetismo versaram sobre condutores ôhmicos, cálculo de diferença de potencial elétrico em um circuito com diversas associações de resistores, potência elétrica e outras mais. Para as de mecânica foram propostas questões de cinemática, de dinâmica em trajetória curvilíneas e relações entre energia cinética energia potencial entre outras.

Analisando conjuntamente os gráficos 13 e 14 observa-se que óptica nesse certame não foi contemplada nas questões. Sendo esse conteúdo apresenta muitas aplicações práticas no cotidiano dos alunos, por exemplo, identificar os tipos de eclipse, entender o funcionamento dos espelhos e lentes e a explicação física relacionados a problemas de visão. Nas edições anteriores as questões de ondulatória, não eram cobradas comumente nas provas do Enem no entanto para essa edição tiveram 3 questões do tema representando a área com maior número de atividade dentro do contexto de física, essas questões versaram temas como sinal transmitido por meio de fibra óptica a trombone de Quincke.

Como discutido anteriormente, há um predomínio das questões de mecânica e eletromagnetismo, as surpresas foram o número de questões de ondulatória e também as questões de física moderna. Uma dessas envolve conhecimento tanto de ondulatória e quanto da lei do deslocamento de Wien, por se tratar de uma questão que envolve duas áreas do conhecimento ela será apresentada abaixo.

(Enem 2017) A figura mostra como é a emissão de radiação eletromagnética para cinco tipos de lâmpada: haleto metálico, tungstênio, mercúrio, xênon e LED (diodo emissor de luz). As áreas marcadas em cinza são proporcionais à intensidade da energia liberada pela lâmpada. As linhas pontilhadas mostram a sensibilidade do olho humano aos diferentes comprimentos de onda. UV e IV são as regiões do ultravioleta e do infravermelho, respectivamente.

Um arquiteto deseja iluminar uma sala usando uma lâmpada que produza boa iluminação, mas que não aqueça o ambiente.



Disponível em: <http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu>. Acesso em: 8 maio 2017 (adaptado).

Qual tipo de lâmpada melhor atende ao desejo do arquiteto?

- a) Haleto metálico.
- b) Tungstênio.
- c) Mercúrio.
- d) Xênon.
- e) LED

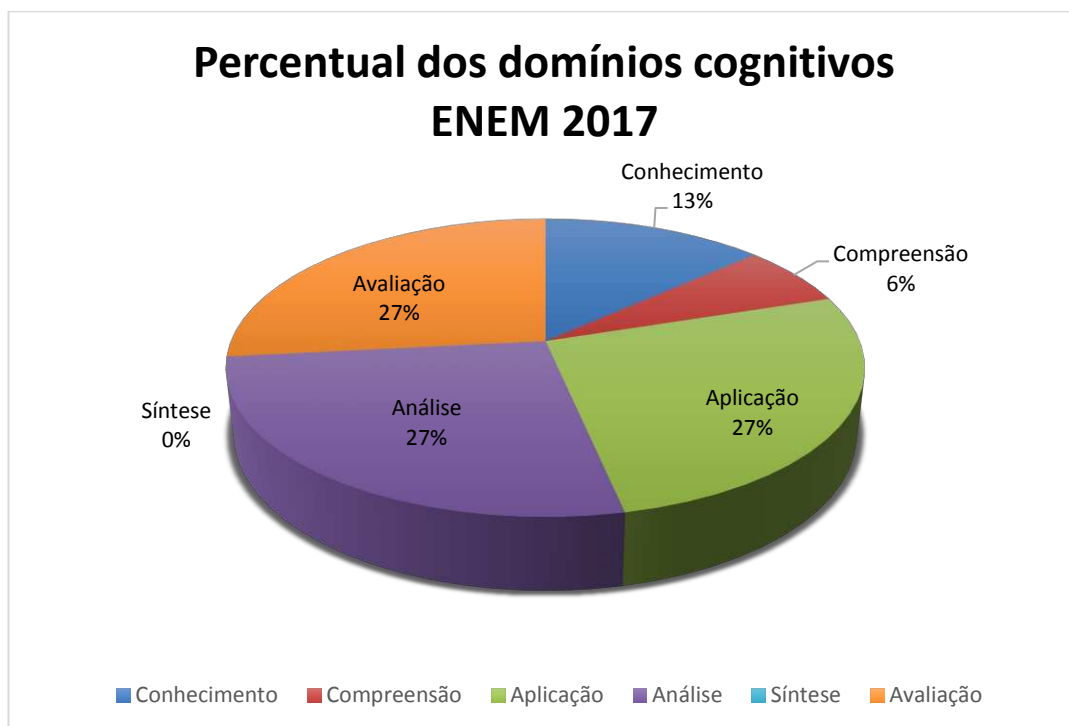
Essa questão é extremamente interessante, pois é preciso que o estudante conheça algumas definições de ondas, como o comprimento de onda, e ainda deve compreender características da intensidade emitida e sua relação com o comprimento de onda, a própria Lei de Wien. Para essa questão a lâmpada LED, dentre as opções apresentadas, é a de maior intensidade na faixa do visível. Além disso, a intensidade emitida na faixa do IV é desprezível, o que melhor atende o desejo do arquiteto, que é de não aquecer em demasiadamente o ambiente.

A análise da TB para o Enem de 2017 também seguiu os mesmos passos anteriormente discutidos. Fruto dessa análise foram elaborados a tabela 7 e o gráfico 15, que basicamente tratam da distribuição das questões por domínio cognitivo em forma de tabela e percentagem.

**Tabela 7: Enquadramento dos domínios cognitivos para as questões do Enem 2017 segundo a Taxonomia de Bloom.**

<b>Dimensão do processo cognitivo</b>	<b>N° de Questões</b>
<b>Conhecimento</b>	2
<b>Compreensão</b>	1
<b>Aplicação</b>	4
<b>Análise</b>	4
<b>Síntese</b>	0
<b>Avaliação</b>	4
<b>Total de Questões</b>	<b>15</b>

O gráfico 15 mostra um qualitativo dessas questões organizados em cada domínio cognitivo.



**Gráfico 15: Percentagem dos domínios cognitivos das questões do Enem 2017**

Com base nas informações contidas, tabela 7 e no gráfico 15 e o instrumento de avaliação a TB, é perceptível que o exame de 2017 privilegiou os domínios “Aplicação”, “Análise” e “Avaliação” com 12 das 15 questões preparadas para esse certame. Nesses domínios os alunos além de dominar o conhecimento básico, devem apresentar capacidade de aplicações de regras, leis e teorias, de examinar, esquematizar e questionar qualquer conteúdo apresentado e ainda julgar o valor desse conhecimento.

Como forma de ilustrar que questões representam esses domínios, a seguir serão apresentados dois exemplos de questões que foram enquadradas nos domínios “Aplicação” e “Avaliação” respectivamente.

(Enem 2017) Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a  $1,00 \text{ m/s}^2$ . Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração igual a  $5,00 \text{ m/s}^2$ . O motorista atento aciona o freio à velocidade de  $14,0 \text{ m/s}$ , enquanto o desatento, em situação análoga, leva  $1,00$  segundo a mais para iniciar a frenagem. Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

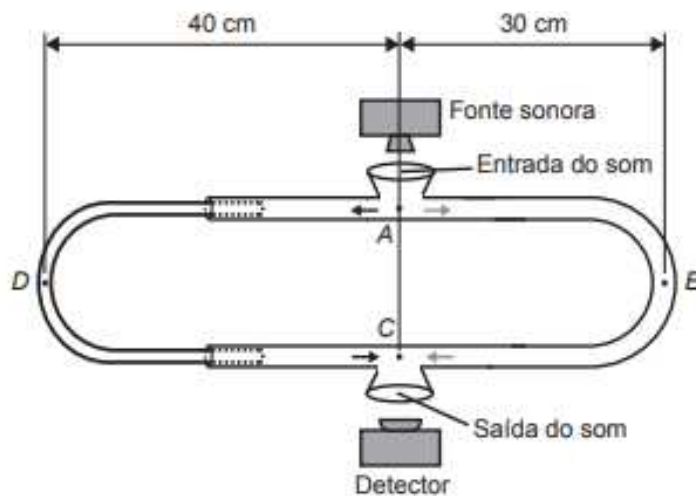
- a)  $2,90\text{m}$
- b)  $14,0\text{m}$
- c)  $14,5\text{m}$
- d)  $15,0\text{m}$
- e)  $17,4\text{m}$

Essa questão de cinemática, área da física responsável por estudar o movimento, mas sem qualquer preocupação sobre sua origem traz referência a um problema muito comum na sociedade atual, direção e o uso de celular. Para ela, a TB a classifica no domínio cognitivo “Aplicação”, pois nessa questão é utilizado os seguintes verbos desse domínio: interpretar, manipular e resolver. Cada um desses verbos foi necessário para a resolução da questão. Por exemplo, como se trata de uma questão de cinemática o candidato precisava interpretar o problema em questão, precisava “manipular” as ferramentas matemáticas necessárias à solução numérica da questão, e finalmente, “calcular” qual distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento.

O exemplo seguinte, trata do tema trombone de Quincke, aparato experimental utilizado para apresentar o fenômeno de interferência de ondas

mecânicas que também pode ser usado para a determinação da velocidade do som.

(Enem 2017) O trombone de Quincke é um dispositivo experimental utilizado para demonstrar o fenômeno da interferência de ondas sonoras. Uma fonte emite ondas sonoras de determinada frequência na entrada do dispositivo. Essas ondas se dividem pelos dois caminhos (*ADC* e *AEC*) e se encontram no ponto *C*, a saída do dispositivo, onde se posiciona um detector. O trajeto *ADC* pode ser aumentado pelo deslocamento dessa parte do dispositivo. Com o trajeto *ADC* igual ao *AEC*, capta-se um som muito intenso na saída. Entretanto, aumentando-se gradativamente o trajeto *ADC*, até que ele fique como mostrado na figura, a intensidade do som na saída fica praticamente nula. Desta forma, conhecida a velocidade do som no interior do tubo (320m/s), é possível determinar o valor da frequência do som produzido pela fonte.



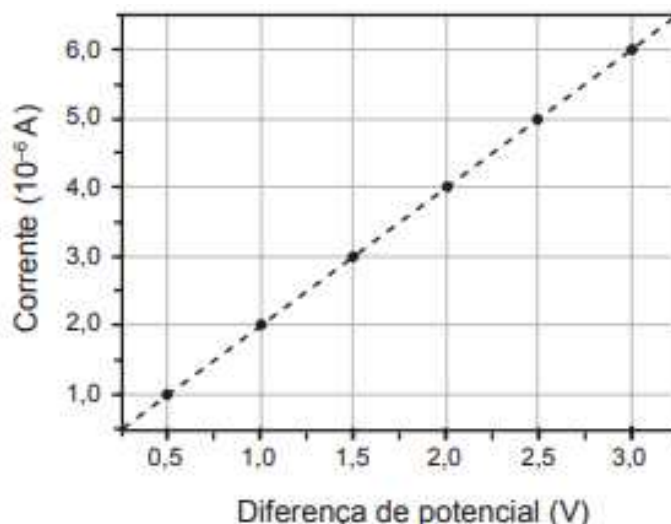
O valor da frequência, em hertz, do som produzido pela fonte sonora é

- a) 3 200.
- b) 1 600.
- c) 800.
- d) 640.
- e) 400.

A questão aborda o trombone de Quincke, tema incomum nas provas do Enem. Para a sua solução, o candidato deveria avaliar o desenho e entender que, quando se descola a haste móvel do trombone (ponto D) a partir da posição inicial é possível determinar se na saída do som (ponto C) há uma situação de interferência construtiva ou destrutiva. Para a sua resolução, o candidato precisava utilizar as seguintes estratégias: avaliar o problema, interpretá-lo e resolvê-lo, verbos característicos do domínio cognitivo “Avaliação”. Trata-se, pois, de uma questão considerada de alto nível dentro da classificação dos domínios cognitivos de Bloom.

As dimensões “Conhecimento”, “Compreensão” e “Síntese” foram as menos solicitadas. Nos domínios “Conhecimento” e “Compreensão” com 13% e 6% respectivamente, correspondendo a 2 e 1 questões, os candidatos se defrontaram com conteúdo de fácil entendimento, desde de conhecer a equação, a lei física balizadora e pequenas articulações com algum conhecimento prévio, como exemplificar algumas situações, descrever fenômenos e fazer algumas previsões. Para ilustrar essas categorias, foi escolhida uma questão classificada no domínio “Compreensão”.

(Enem 2017) Dispositivos eletrônicos que utilizam materiais de baixo custo, como polímeros semicondutores, têm sido desenvolvidos para monitorar a concentração de amônia (gás tóxico e incolor) em granjas avícolas. A polianilina é um polímero semicondutor que tem o valor de sua resistência elétrica nominal quadruplicado quando exposta a altas concentrações de amônia. Na ausência de amônia, a polianilina se comporta como um resistor ôhmico e a sua resposta elétrica é mostrada no gráfico.



O valor da resistência elétrica da polianilina na presença de altas concentrações de amônia, em ohm, é igual a

- a)  $0,5 \times 10^0$ .
- b)  $2,0 \times 10^0$ .
- c)  $2,5 \times 10^5$ .
- d)  $5,0 \times 10^5$ .
- e)  $2,0 \times 10^6$ .

Nesta questão, o aluno deveria identificar que o gráfico representa um condutor ôhmico e que o coeficiente angular dessa reta representa a condutividade elétrica, ou seja, o inverso da própria resistência elétrica. A questão aborda basicamente ações do domínio compreensão, caracterizado por verbos como, identificar, distinguir, prever e resolver. Portanto, essa questão foi classificada no domínio cognitivo “Compreensão”.

O domínio “Síntese” não foi privilegiado com nenhuma questão. Nessa dimensão o aluno deveria ser capaz de a partir do conhecimento e da aplicação destes produzir relações abstratas.

Os resultados das análises anteriores sugerem que o Enem 2017 enfatizou domínios cognitivos superiores à simples memorização de conteúdos estudados ao longo do ensino médio.

## 6.5 ANÁLISE DAS QUESTÕES DOS SIMULADOS

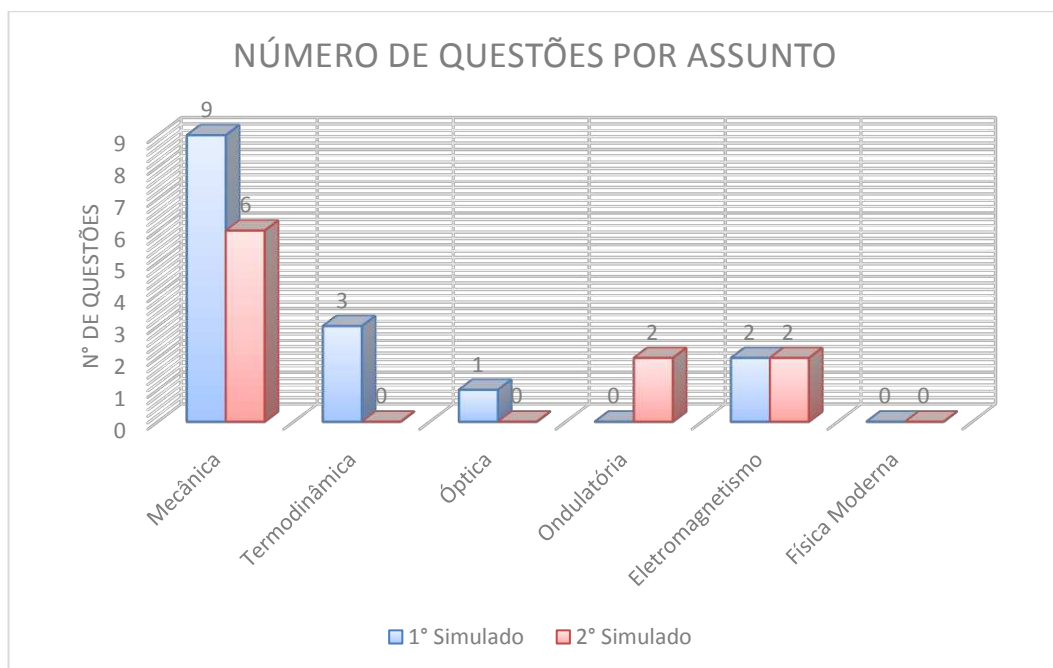
As provas dos vestibulares da UFMG e da Unicamp, bem como a do Enem 2017 não permitiram verificar o efeito da variação de parâmetros sobre a eficácia da avaliação.

A fim de verificar a influência de parâmetros construiu-se então dois simulados, aplicados a estudantes do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Ibatiba, participantes do projeto “Curso Tópicos Avançados do Ensino Médio – Enem”. Esse curso foi organizado por docentes desta instituição, com o objetivo de capacitar e preparar os alunos para o Enem. Oferecia aulas diárias das matérias contidas no edital e contou com alunos da instituição, egressos e discentes de uma escola estadual presente no município de Ibatiba, localizado no sul do estado do Espírito Santo. O 1º Simulado foi realizado em abril de 2017 no início do projeto e o 2º simulado foi aplicado em outubro de 2017, no final do projeto e próximo ao Enem 2017.

A diferença entre os simulados se deu primeiramente na forma organizacional, o primeiro contém somente questões tradicionais de vestibular, e para o segundo todas as questões foram elaboradas de forma contextualizadas escolhendo temas presentes no cotidiano dos alunos que estavam se preparando para o Enem. Os temas vão desde do aniversário de 30 anos do acidente nuclear de Goiânia, da operação lava-jato até *hand spinner*, brinquedo de sucesso no ano de 2017. Enfim, todos os temas foram contextualizados, sendo alguns deles bastante discutidos ao longo do ano de 2017.

O primeiro simulado contou com 48 participantes e com 14 questões distribuídas em diversos assuntos como mostra o gráfico 16, que discrimina o número de questões por assunto cobrado. De forma semelhante que os certames anteriormente analisados, é observado no gráfico 16 um predomínio das questões de mecânica, 60% das questões, ou seja, 9 questões, seguido por termodinâmica, com 20%, e por fim, Eletromagnetismo e Óptica com percentuais de 13% e 7%, respectivamente, apresentando 2 questões cada. Não

foram contemplados a ondulatória e a física moderna, isso se deve, ao fato de que grande parte dos discentes não terem tido nenhum contato com essas áreas.



**Gráfico 16 : Número de questões por conteúdo Simulados IFES**

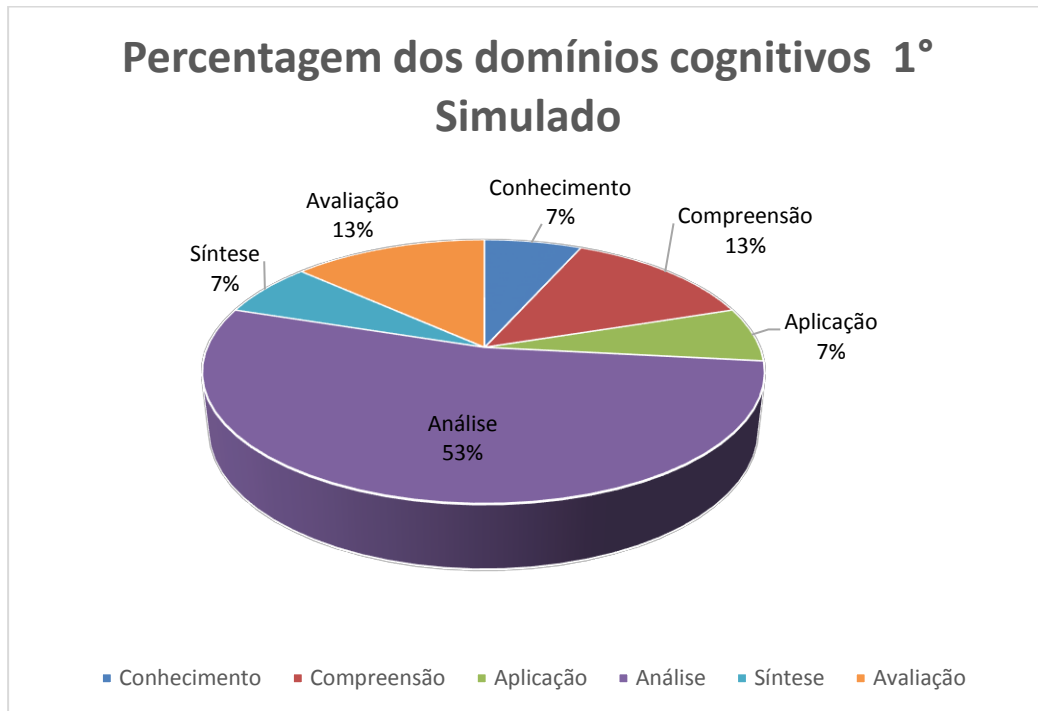
As questões de mecânica abordaram movimento circular uniforme, aplicações de leis de Newton através de cálculo de aceleração, questões de cinemática no movimento retilíneo uniformemente variado, entre outros. Em Termodinâmica foi oferecido aos alunos questões ligadas à transição de fase, calorimetria e dilatação. No eletromagnetismo as questões abordaram temas como a lei de Coulomb e característica de materiais ferromagnéticos. A tabela 8 mostra a distribuição de acertos e o domínio cognitivo para cada uma das questões.

**Tabela 8: Relação de acerto no 1º Simulado IFES**

<b>Questão</b>	<b>Domínio Cognitivo</b>	<b>Nº de Acertos</b>	<b>% de acertos</b>
Questão 1	ANÁLISE	4	8,33
Questão 2	ANÁLISE	21	43,75
Questão 3	CONHECIMENTO	Anulada	Anulada
Questão 4	AVALIAÇÃO	5	10,42
Questão 5	ANÁLISE	6	12,50
Questão 6	APLICAÇÃO	6	12,50
Questão 7	ANÁLISE	4	8,33
Questão 8	AVALIAÇÃO	11	22,92
Questão 9	COMPREENSÃO	20	41,67
Questão 10	SÍNTESE	15	31,25
Questão 11	ANÁLISE	9	18,75
Questão 12	ANÁLISE	25	52,08
Questão 13	COMPREENSÃO	10	20,83
Questão 14	ANÁLISE	24	50,00
Questão 15	AVALIAÇÃO	5	10,42
<i>Total</i>		165	24,55

Observa-se que as questões 2, 8, 11 e 13 apresentam um percentual de acerto acima de 40%, essas questões tratam de movimento retilíneo uniformemente variado, transmissão pela periferia no movimento circular, calorimetria e dilatação térmica, assuntos que os alunos apresentam maior domínio nos temas de física. Já as questões 1, 6 e 14 apresentam os menores percentuais de acertos, essas tratavam dos seguintes temas, deslocamento na cinemática, lei de Coulomb e tipos de magnetização, sendo a terceira um tema em que muitos alunos desconhece totalmente. De forma geral para o primeiro simulado os 48 alunos responderam um total de 672 questões ao todo acertando um total de 165, que representando um percentual de 24,55% de acerto.

A seguir é apresentado a análise dessas questões levando em consideração a TB. O rito se deu pela observação dos verbos de comando de cada uma das questões e sua comparação com os verbos de Bloom, como consta da tabela 2. Cada verbo é categorizado em um domínio cognitivo. O gráfico 17 apresenta a análise percentual para as questões desse 1º simulado.



**Gráfico 17: Percentagem dos domínios cognitivos das questões do 1° Simulado**

Com base no gráfico acima e tomando os dados da tabela 1, que apresentam a estrutura dos domínios cognitivos de Bloom, para o primeiro simulado foi privilegiado o domínio “Análise”, com 53% das questões, cerca de oito questões das quinze. Com esse domínio, os alunos deveriam ter condições de classificar o conteúdo estudado, deduzir equações, diferenciar informações e ainda podem discriminar, examinar, experimentar, esquematizar e questionar qualquer informação relacionados aos conteúdos estudados.

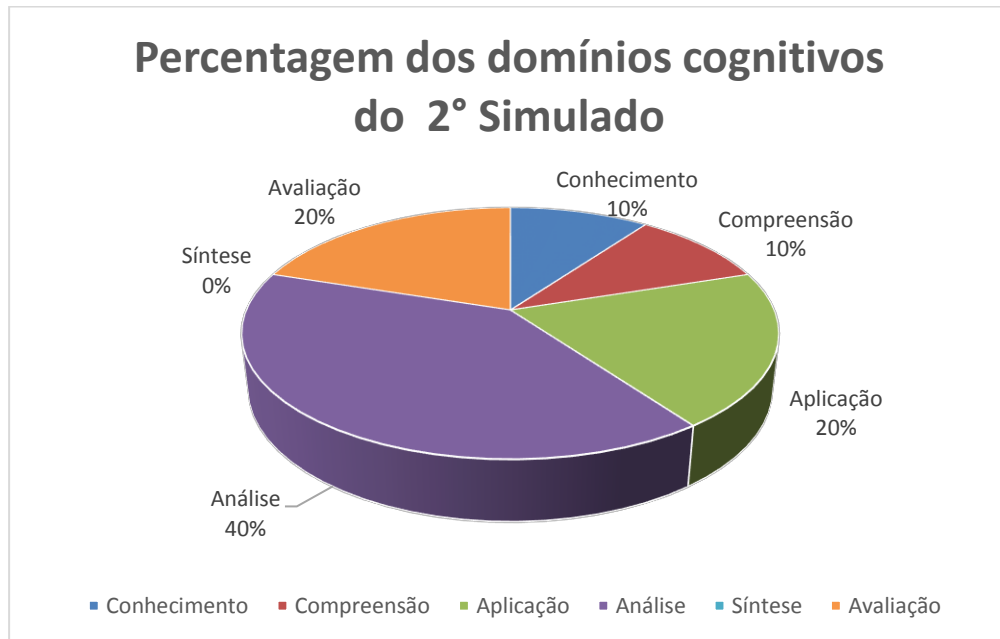
Os domínios “Compreensão” e “Avaliação” apresentam percentuais de 13%, ou seja, 2 questões cada um. Nesses domínios os alunos deveriam lembrar informações e conteúdos ligados a terminologias, conceitos e equações. Já para o domínio “Avaliação” esses discentes terão a capacidade de julgar o valor da informação, comparando e defendendo conceitos, explicar os teoremas e realizar estimativas em determinados problemas.

Os domínios “Conhecimento”, “Aplicação” e “Síntese” foram os menos privilegiados, cada uma com 7% das questões, ou seja, uma questão cada. No primeiro domínio os conteúdos não necessitam serem entendidos, apenas

reproduzidos, lembrados. Para o segundo, os estudantes podiam utilizar todo aparato teórico em situações concretas, e por fim, o último domínio, “Síntese”, eles deviam ser capazes de agregar e juntar partes para a criação de algo novo.

A seguir é apresentado os resultados do 2º simulado aplicado para os alunos do Ifes – campus Ibatiba que participaram do projeto Tópicos Enem.

Para essa prova também estiveram presentes 48 alunos participantes do projeto de extensão, Tópicos Enem, com alunos dos cursos técnicos integrados, Meio Ambiente e Floresta, egressos e também alguns da Escola Estadual Maria Trindade, localizado no município de Ibatiba- ES. Devido a restrições financeiras para esse simulado foram reduzidos o número de questões, de 15 para 10. O gráfico 16, mostra a distribuição de conteúdo dessa prova. Especificamente nesse simulado, todas as 10 questões foram elaboradas a partir os princípios da TB gerando o produto “Banco de Questões” para professores e alunos. Para essa prova, observa-se uma concentração de 60% das questões em mecânica, com conteúdo ligados a hidrostática, movimento circular e uniforme, lançamento horizontal e teorema trabalho e energia. O percentual das questões está dividido em iguais partes entre ondulatória e eletromagnetismo, que vão desde de cálculos de campos elétricos à identificação de radiação eletromagnética.



**Gráfico 18: Percentagem dos domínios cognitivos das questões do 2º Simulado**

Para o segundo simulado, o gráfico 18 mostra predominância nos seguintes domínios: “Análise”, “Aplicação” e “Avaliação”, com um percentual 40% no primeiro domínio e os outros com 20% no restante, totalizando quatro questões para o primeiro e duas para os outros dois. Para essas categorias os alunos que obtiveram êxito deveriam apresentar uma característica de maior independência, pois a partir dessas classificações eles dominarão ações como, contratar ideias, formular argumentos, combinar informações, justificar o raciocínio empregado nos problemas, esquematizar situações entre outros.

Os domínios menos privilegiados foram “Conhecimento”, “Compreensão”. Para a solução das questões ligadas a essas classificações os alunos não necessitavam de um domínio completo dos conteúdos abordados, pois algumas ações como definiu Bloom (1956), ações como, lembrar de uma equação e pequenas articulações como, reformular, redefinir, resumir requisitos necessários para o êxito nessas categorias, ou seja, um esforço intelectual de menor proporção que os domínios anteriores. Estes domínios representaram 10% da prova o que equivale a 1 questão para cada classe cogniti-

vas. Esse simulado apresentou uma maior distribuição dos domínios cognitivos de Bloom e ao mesmo tempo apresentou, elevado grau de dificuldade, conclusão corroborada pelo maior número de questões de “Análise” e “Avaliação”, domínios cognitivos que se encontram mais próximo ao topo da pirâmide de Bloom.

Essa prova, além do maior grau de dificuldade, apresentou questões contextualizadas, fato que diferente da maioria das questões encontradas nos livros didáticos, utilizados pelos alunos. Era esperado um desempenho pior do que o primeiro simulado, onde as questões eram diretas, ou seja, totalmente tradicionais sem qualquer contexto.

Para essas dois simulados foram analisados os gabaritos de 48 alunos em cada prova, no primeiro simulado tiveram ao todo 720, sendo somente 180 marcadas corretamente o que dá um percentual de 25,5% de acertos. Para o segundo simulado contou com 480 questões analisadas e apresentou 135 marcadas corretamente no gabarito, com percentual de 28,13% de acertos. A tabela 9 mostra o percentual de acerto em cada questão e qual domínio cognitivo ela representa.

**Tabela 9: Relação de domínio cognitivo por acerto no 2º Simulado IFES**

<b>Questão</b>	<b>Domínio Cognitivo</b>	<b>Nº de Acertos</b>	<b>% de acertos</b>
<b>Questão 1</b>	AVALIAÇÃO	14	29,17
<b>Questão 2</b>	CONHECIMENTO	9	18,75
<b>Questão 3</b>	COMPREENSÃO	7	14,58
<b>Questão 4</b>	ANÁLISE	14	29,17
<b>Questão 5</b>	AVALIAÇÃO	23	47,92
<b>Questão 6</b>	ANÁLISE	17	35,42
<b>Questão 7</b>	ANÁLISE	8	16,67
<b>Questão 8</b>	ANÁLISE	20	41,67
<b>Questão 9</b>	APLICAÇÃO	8	16,67
<b>Questão 10</b>	APLICAÇÃO	15	31,25
<b>Total</b>		135	28,13

Ainda com a tabela 9 é possível observar a distribuição de cada questão nos domínios cognitivos da TB, é visto que as questões de maior dificuldade (AVALIAÇÃO), questões 1 e 5 obtiveram um índice de acerto aceitável, com 29,17% a primeira e 47,92% a segunda, ou seja, para essa última quase metade dos participantes obtiveram êxito em suas análises. Questões que apresentam um grau médio de dificuldade, caracterizado pelos domínios “Aplicação” e “Análise” também apresentam um índice aceitável de acerto, as que fogem dessa regra são as questões 7 e 9 de domínios “Análise” e “Aplicação”. O que mais surpreende é o baixíssimo número de acerto nas questões consideradas mais fáceis, dos domínios “Conhecimento” e “Compreensão” com aproximadamente 19% e 15% cada, cerca de 9 e 7 acertos num total de 48 alunos participando da avaliação.

De forma geral, pode-se concluir que para os alunos do Ifes – Campus Ibatiba, as questões contextualizadas foram mais eficientes do que as questões puramente tradicionais. Tal fato pode ser explicado por uma série de fatores, como as disciplinas técnicas contribuindo fortemente na formação intelectual desses alunos, aulas experimentais e de campo aliando teoria e prática, projeto integradores entre as disciplinas, e iniciação científica. Outro fator que pode contribuir é o grande incentivo por parte da instituição em eventos artísticos e culturais oferecendo ao aluno a oportunidade de despertar a sua sensibilidade para fatos do cotidiano e para encarar os desafios vindouros.

## 7. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como a TB pode ser utilizada pelos docentes nas escolas, trouxe uma reflexão acerca dos benefícios de discutir os domínios cognitivos propostos pela teoria de Bloom, além disso, também investigou sob a ótica da TB como grandes certames podem definir seus exames de seleção.

As provas da UFMG anteriores à LDB de 1996. Provas de 1980, 1990 e 1995 durante a vigência da Lei 5.692/ 1971, balizadora da educação nacional a ocasião apresentaram questões em todos os domínios cognitivos, “Conhecimento”, “Compreensão”, “Aplicação”, “Análise”, “Síntese” e “Avaliação”. Isso não acontece para as provas após a promulgação de Lei 9394/1996, LDB atual, concentrando questões de 2005 e 2010 somente nos domínios “Compreensão” e “Análise”, sendo compreensão classificada hierarquicamente de baixa complexidade e análise como intermediária. Essa diferença de distribuição pode estar atrelada aos objetivos trazidos nos textos das referida leis, quanto a preparação do aluno para o mundo do trabalho e para o ensino superior.

A LDB de 1971 preza em preparar o jovem para suas realizações pessoais, para o mercado de trabalho e também para o exercício consciente de cidadania, o ensino é visto puramente mecânico alicerçado em modelos pedagógicos voltados as demandas industriais da época (referencia).

Na lei vigente, LDB 96, além de preparar o aluno para o mundo do trabalho, exercício consciente da cidadania é trazido ideais de solidariedade humana apresenta o acesso ao ensino superior como continuidade dos estudos.

A partir da análise das questões da Unicamp, também foi observado concentração em um domínio cognitivo após a promulgação da Lei 9394/1996, esse domínio, “Análise” é uma classificação intermediária. As questões provas anteriores a referida lei é mais bem distribuída e com maior nível de dificuldade, com domínios mais próximo ao topo da pirâmide de

Bloom. Outro fator que pode estar atrelado a esse resultado é o de universalização do ensino, ou seja, permitir que todos tenham acesso ao ensino superior e, portanto, exigir um domínio cognitivo mais acessível.

De modo geral, os exames aqui estudados priorizaram o domínio cognitivo "Análise", nesse domínio os alunos têm condições de classificar o conteúdo estudado, deduzir as equações dos teoremas conhecidos, diferenciar as informações e ainda buscar experimentação, que contribui fortemente para o desenvolvimento cognitivo na física. Como os domínios cognitivos de Bloom são hierarquizados, o aluno dominando a "Análise" conseqüentemente dominará "Conhecimento", "Compreensão", "Aplicação" tornando-o um estudante diferenciado, ou seja, acima da média.

Para os simulados aplicados no Ifes - *campus* Ibatiba foi possível observar uma maior eficiência na segunda avaliação que tratou de temas atuais e integrado com as áreas da Física. Esse resultado pode estar ligado ao ensino técnico, onde os alunos têm contato desde do início do ensino médio com áreas do conhecimento além do núcleo básico. Um segundo fator que possa ter contribuído com esse resultado é o fato da referida instituição incentivar o desenvolvimento de áreas artísticas, como oficina circense, coral e grupo de teatro.

Dada a importância do tema, torna-se necessário o desenvolvimento de projetos que visem a apresentação da TB aos professores para que possam trabalhar competências e habilidades para garantir um ensino de maior qualidade, que atendam as diferentes necessidades dos alunos e, assim, efetivar uma prática pedagógica diferenciada.

Nesse sentido, a utilização da TB aplicados a alguns exames é de extrema relevância no país, pois permitem os professores na construção dos processos de ensino aprendizagem mapearem os domínios cognitivos que seus alunos e assim investigar estratégias enriquecedoras para que os discentes busquem aprendizagens mais significativas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Unsupported source type (ElectronicSource) for source Fon18.**

AMAURO, N. Q. **Os concursos vestibulares das universidades estaduais paulistas e o ensino de Química no nível médio.** São Carlos: USP, 2010.

ANDERSON, L. W. E. A. **A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision.** Nova York: Addison Wesley Longman, 2001.

BARROS, A. D. S. X. Vestibular e Enem: um debate. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 1057, 2014.

BITENCOURT, J. T. **DIFICULDADES DOS PROFESSORES EM INTRODUIR A FÍSICA MODERNA.** Campos dos Goytacazes. 2013.

BORGES, M. D. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: uma experiência didática com a Teoria da Relatividade Restrita.** Porto Alegre: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

BRASIL, P. D. R. D. **LEI Nº 5.692, DE 11 DE AGOSTO DE 1971.** Brasília: Congresso Nacional, 1971.

BRASIL, P. D. R. D. **Constituição Federal de 1988.** Brasília: Congresso Nacional, 1988.

BRASIL, P. D. R. D. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Brasília: Ministério da Educação, 1996.

BRASIL, P. D. R. D. **Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio: Parte I - Bases Legais.** Brasília : Ministério da Educação, 2000.

CAMPOS, M. L. D. A.; GOMES, H. E. **Taxonomia e Classificação: a categorização como princípio.** VIII ENANCIB – Encontro Nacional de Pesquisa

em Ciência da Informação. Salvador: GT 2 – Organização e Representação do Conhecimento. 2007. p. 14.

CARVALHO, M. C. M. D. **Metodologia científica: Fundamentos e técnicas**. Campinas: Papit, 1989.

CIRIBELLI, M. C. **Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica**. 1ª. ed. Niterói: 7 Letras, 2003.

DA SILVEIRA, L.; BARBOSA, M. C. B.; DA SILVA, R. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, p. 1101, 2015.

DARIDO, S. C.; SOUZA JÚNIOR, O. M. D. **Para Ensinar Educação Física: possibilidades de intervenção na escola**. Campinas: Papyrus, 2007.

DE JESUS, E. A.; RAABE, A. L. A. **Interpretações da Taxonomia de Bloom no Contexto da**. XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (2009). Santa Catarina: UFSC. 2009.

DOGA, H.; JOSÉ, G. B.; BÔAS, N. V. **Tópicos de Física**. 21. ed. São Paulo: Saraiva, v. 1º, 2012.

EDUCAÇÃO, M. D. **Orientações Educacionais Complementares**. Secretaria de Educação Básica. 2006.

FERRAZ, A. P. D. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instruconais. **Gestão Produção**, p. 423, 2010.

FRANCO, A. P. Ensino Superior no Brasil: cenário de políticas educacionais. **Jornal de Políticas Educacionais**, Curitiba, p. 53, Junho 2008.

HILÁRIO, R. A. O ENEM como indutor de políticas públicas para melhoria do qualidade do Ensino Médio. **Caderno de Pós-Graduação - Educação**, São Paulo , v. 7, p. 95, 2008.

KATO, ; KAWASAKI, S. O significado pedagógico da contextualização para o ensino de ciências: análise dos documentos curriculares e de professores. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, p. 35, 2011.

KOCAKAYA, S.; SELAHATTIN GÖNEN. **Analysis of Turkish high-school physics examination questions according to Bloom's taxonomy**. Van. 2010.

KRATHWOHL, D. R. **A revision of bloom's taxonomy: an overview**. Theory into Practice, v. 41, 2002.

LIBÂNEO, J. C.; OLIVEIRA, J. F. D.; TOSCHI, M. S. **Educação escolar: Políticas, estruturas e organização**. 10ª. ed. São Paulo: Cortez, v. I, 2012.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2014.

PAPAVERO, N. **Fundamentos práticos de taxonomia zoológica**. São Paulo: Fundação Editora da Unesp, 1994.

PIRES, A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, p. 241, Junho 2006.

RIBEIRO, M. R. **Análise das dificuldades relacionadas ao ensino de Física**. Uberlândia : UFU, 2005.

ROSSI, F. **Teatro e Ensino de Física: Uma Proposta Inovadora para integrar Ciência e Arte**. 1ª. ed. Jundiaí: Paco Editorial, 2017.

SAMPIERI, R. H.; CALLADO, F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª. ed. Porto Alegre: Penso Editora Ltda, v. 1, 2010.

SANTA CATARINA, S. D. E. D. E. E. D. D. **Proposta Curricular de Santa Catarina: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio: Formação docente para educação infantil e séries iniciais**. Florianópolis: 1998.

SANTOS , J. M. C. T. Exame Nacional do Ensino Médio: entre a regulação da qualidade do Ensino Médio e o vestibular. **Educar em Revista**, Curitiba, p. 195, 2011.

SEVERO, P. J. D. A. **Uma proposta para o ensino de referenciais não inerciais com**. Instituto Federal do Rio Grande do norte. Natal. 2016.

SISU. Disponível em: <<http://www.sisu.mec.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

TEDESCHI, S. M.; DE LUCCIA, P. R. TEORIA EDUCACIONAL: TAXONOMIA DE BLOOM. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.publikador.com/educacao/paulo-de-luccia/teoria-educacional-taxonomia-de-bloom>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

APÊNDICE A – APRESENTAÇÃO DAS TABELAS COM A CLASSIFICAÇÃO DAS QUESTÕES SEGUNDO A TAXONOMIA DE BLOOM

Tabela 10: Classificações das questões da UFMG quanto aos domínios cognitivos

Dimensão do Domínio cognitivo	UFMG 1980	UFMG 1990	UFMG 1995	UFMG 2000	UFMG 2005	UFMG 2010
<b>Conhecimento</b>	1	21; 27; 37	35; 36; 37	2; 10	0	0
<b>Compreensão</b>	5; 6; 7	22; 29; 35	24; 25; 26; 31; 32; 38	3; 4; 5; 9; 11; 12	1; 2; 5; 6; 7; 12; 13; 14	9; 11; 15; 16
<b>Aplicação</b>	9	28; 31; 32; 33	21	0	0	0
<b>Análise</b>	2; 8; 10; 12	23; 24; 25; 30; 39; 40	22; 23; 27; 30	1; 6; 7; 13	3; 4; 8; 9; 10; 11; 15	10; 12; 13; 14
<b>Síntese</b>	3	38	29	15	0	0
<b>Avaliação</b>	4; 11	26; 34; 36	28; 33; 34; 39; 40	8; 14	0	0

Tabela 11: Classificação das questões das provas da Unicamp quanto aos domínios cognitivos

Dimensão do Domínio cognitivo	Unicamp 1987	Unicamp 1990	Unicamp 1995	Unicamp 1997	Unicamp 1999	Unicamp 2008
<b>Conhecimento</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Compreensão</b>	0	10a	6a	0	8b	0
<b>Aplicação</b>	15a	14ab	7ab; 8a	0	0	4a
<b>Análise</b>	1ab; 2ab; 4ab; 5ab; 6ab; 7b; 8b; 9b; 10b; 12ab; 13ab; 14ab; 15b; 16ab	1ab; 2b; 3ab; 4a; 5a; 6ab; 7a; 8a; 10b; 11; 12a; 13; 16b	1abc; 3bc; 4a; 5b; 6c; 8c; 9abc; 10ab; 11ab; 12abc	1abc; 2ab; 3ab; 4ab; 5ab; 6ab; 7abc; 8ab; 9a; 10ab; 11abc; 12abc	1a; 3ab; 4abc; 5ab; 6ab; 7ab; 9abc; 11ab; 12ac	1ab; 2a; 3ab; 4b; 5ab; 6ab; 7ab; 8ab; 9ab; 10ab; 11ab; 12ab
<b>Síntese</b>	3a; 7a; 8a; 11ab	4b; 8b; 15	2ab; 4b; 6b	0	1b; 2ab	0
<b>Avaliação</b>	3b; 9a; 10a	2c; 5b; 7b; 9ab; 12b; 16a	3a; 5a; 8b	9b	8a; 10ab; 12b	2b

Tabela 12: Classificação das questões com relação aos domínios cognitivos da prova Enem 2017 gabarito azul

<b>Dimensão do Domínio cognitivo</b>	<b>Enem 2017</b>
<b>Conhecimento</b>	105; 115
<b>Compreensão</b>	93
<b>Aplicação</b>	108; 127; 131
<b>Análise</b>	99; 101; 103; 107
<b>Síntese</b>	0
<b>Avaliação</b>	110; 112; 128; 129; 133

## APÊNDICE B – **PRODUTO MNPEF**

Nas próximas páginas será apresentado o produto do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**MAURÍCIO PAULO RODRIGUES**

**BANCO DE QUESTÕES**

Produto didático apresentado à Universidade Federal de Viçosa e a Sociedade Brasileira de Física como parte das exigências do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Regina Simplício  
Carvalho

**VIÇOSA  
2018**

Estimado (a) Professor (a),

Este material de apoio contém o produto didático desenvolvido a partir da exigência do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Nas próximas páginas, será apresentado um banco de questões contextualizadas e preparadas a partir dos domínios cognitivos estudados pela Taxonomia de Bloom. Essas questões poderão auxiliá-los na preparação de suas aulas e de seus alunos para os desafios futuros.

Abaixo é apresentada uma tabela com a classificação de cada questão segundo a Taxonomia de Bloom.

<b>QUESTÃO</b>	<b>DOMÍNIO COGNITIVO</b>
<b>QUESTÃO 1</b>	AVALIAÇÃO
<b>QUESTÃO 2</b>	CONHECIMENTO
<b>QUESTÃO 3</b>	COMPREENSÃO
<b>QUESTÃO 4</b>	ANÁLISE
<b>QUESTÃO 5</b>	AVALIAÇÃO
<b>QUESTÃO 6</b>	ANÁLISE
<b>QUESTÃO 7</b>	ANÁLISE
<b>QUESTÃO 8</b>	ANÁLISE
<b>QUESTÃO 9</b>	APLICAÇÃO
<b>QUESTÃO 10</b>	APLICAÇÃO

Bons Estudos!

Atenciosamente,

Maurício Paulo Rodrigues

# BANCO DE QUESTÕES

## Questão 1

Os morcegos distinguem o ambiente ao redor emitindo chamados altos e agudos e ouvindo o eco que produzem. Esses ruídos, servem para orientar os companheiros, que, assim, podem acelerar ou desacelerar e até mesmo realizar manobras complexas, tudo para evitar uma colisão. Segundo Marc Holderied, pesquisador da Universidade de Bristol, essa é a primeira vez que um estudo consegue comprovar o refinamento da comunicação entre esses animais. Os ruídos emitidos apresentam uma frequência audível que vai de 20 Hz a 160000 Hz.

[http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cienciaesaude/2015/03/28/interna\\_ciencia\\_saude,477361/morcegos-se-baseiam-nos-sons-emitidos-por-companheiros-para-evitar-colisoes.shtml](http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cienciaesaude/2015/03/28/interna_ciencia_saude,477361/morcegos-se-baseiam-nos-sons-emitidos-por-companheiros-para-evitar-colisoes.shtml) (acessado em 08/09/2017)

Para a realização dessa pesquisa, Holderied, parado a beira de um lago utilizou um *software* que grava a frequência de aproximação ( $f_{ap}$ ) e a frequência de afastamento ( $f_{af}$ ) emitidos por uma espécie de morcegos. O farfalhar emitidos pelos morcegos apresenta, respectivamente, 60KHz e 55KHz. Utilizando o efeito Doppler, estime a velocidade encontrada durante o voo desses morcegos, assinalando a alternativa correta. (*Velocidade do som no ar 340m/s*)

a) 10 m/s

c) 20 m/s

e) 30 m/s

b) 15 m/s

d) 25 m/s



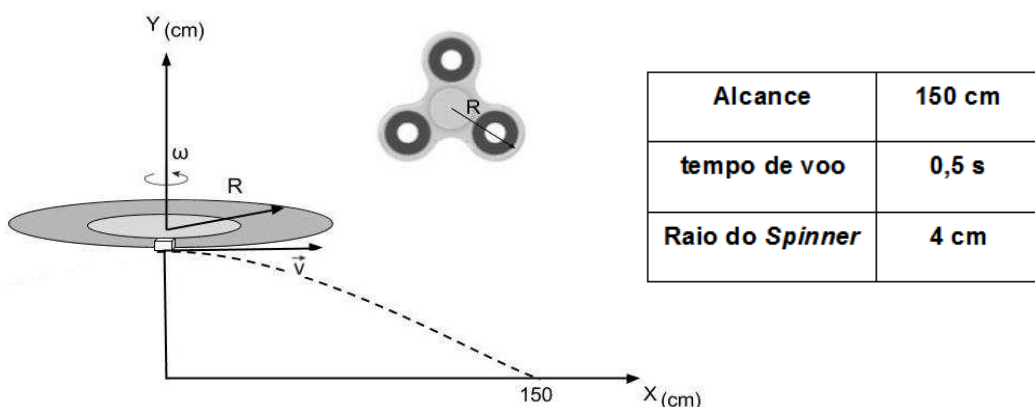
#### Questão 4

Afinal, o que é spinner, a “febre” do momento?

O brinquedo é uma hélice de três pontas circulares feita de plástico e metal. usualmente se brinca com a ponta dos dedos, mas há quem coloque na cabeça, no nariz e até na língua. O spinner foi criado no início da década de 90 para ajudar no tratamento de crianças com deficit de atenção. Mas, de repente, virou moda, virou febre.

<https://g1.globo.com/educacao/noticia/spinner-febre-nas-escolas-desperta-atencao-de-educadores-e-pais-de-alunos.ghtml> (Acessado em 13/09/2017)

Um estudante, durante uma brincadeira com seu *hand spinner* imaginou uma forma de medir a frequência de rotação do brinquedo. O experimento consistia em colocar um pedaço de borracha em uma das suas extremidades e observar um lançamento horizontal. Com o auxílio de um cronômetro e uma fita métrica, após o voo mediu-se o tempo e o alcance do objeto. Após repetir várias vezes o experimento esse estudante elaborou uma tabela a seguir com a média obtida do alcance e do tempo de voo. (Adote  $\pi=3$ )



Calcule a frequência

encontrada pelo estudante.

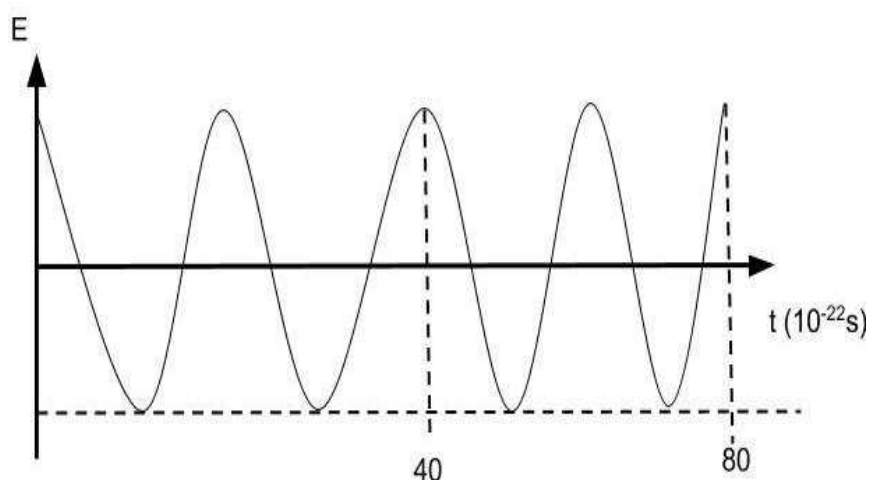
(Considere o valor de  $\pi = 3$ )

- a) 12,5 rotações por segundo
- b) 25 rotações por segundo
- c) 37,5 rotações por segundo
- d) 50 rotações por segundo
- e) 62,5 rotações por segundo

## Questão 5

No dia 13 de setembro de 1987, um aparelho contendo material radioativo foi achado e aberto por catadores de papel, em Goiânia. Segundo reportagens da época, o equipamento estava num prédio abandonado onde funcionava uma clínica médica desativada. Os trabalhadores acharam que se tratava de sucata e venderam o aparelho a um ferro-velho. O material projetava uma luz brilhante que despertou curiosidade, e muitas pessoas acabaram manuseando-o. O acidente foi descoberto duas semanas depois. Após os primeiros sinais de contágio pela radioatividade, o material foi levado à Vigilância Sanitária, que constatou tratar-se de material radioativo – césio - 137. A partir de então, casas e ruas foram isoladas, e a cidade foi invadida por especialistas e técnicos em radiação. Moradores fizeram testes para saber se estavam contaminados. Os primeiros atendimentos foram no Estádio Olímpico de Goiânia, e os casos mais graves foram transferidos para o Rio de Janeiro. Mais de mil pessoas foram expostas por radiação de césio-137. Na ocasião, quatro morreram. Mas, estima-se que dezenas de pessoas faleceram em consequência de complicações desenvolvidas a partir da contaminação pelo césio-137.

Fontes:<http://memoriaglobo.globo.com/programas/jornalismo/coberturas/acidente-radioativo-em-goiania-cesio-137/acidente-radioativo-em-goiania-cesio-137-a-historia.htm> (acessando: 25/08/2017)



Analisando o gráfico de campo elétrico ( $E$ ) de uma amostra radioativa de césio-137 em função do tempo, Avalie a frequência dessa radiação e a classifique conforme os dados apresentados na tabela a seguir:

- a) Infravermelho
- b) Raios-X
- c) Ultravioleta
- d) Raios Gama
- e) Micro-ondas

Radiação eletromagnética	Frequência (Hz)
Rádio AM	$10^6$
TV	$10^8$
Micro-ondas	$10^{10}$
Infravermelho	$10^{12}$
Visível	$10^{14}$
Ultravioleta	$10^{16}$
Raio-X	$10^{18}$
Raios Gama	$10^{20}$

### Questão 6

Com Harvey, Irma e José em destaque, a temporada de furacões no Atlântico Norte registrou vários recordes este ano, assim como a observação de novos fenômenos. Segundo a escala de Saffir-Simpson, uma tempestade se transforma em furacão de categoria 1 quando os ventos atingem 118 km/h, e de categoria 5 (a mais alta) quando registram no mínimo 250 km/h durante ao menos um minuto.

A intensidade das tempestades tropicais cresce conforme a temperatura da água e o nível de umidade no ar, que aumentam com as mudanças climáticas e acentuam seus impactos.

Considerando que toda massa de ar do furacão se mova com a mesma velocidade angular e constante, é correto afirmar que:

- I. Um furacão com velocidade 300 km/h e com diâmetro de 100 km tem velocidade angular 6 rad/h.
- II. A região central do furacão mais conhecida como “olho do furacão”, apresenta uma região mais calma devido a ventos de menor velocidade linear.
- III. Tem sua origem no oceano, devido a um aquecimento superior de 300°C.
- IV. Uma das consequências é a contínua evaporação e condensação de milhares de litros de água devido as grandes correntes de convecção.

Dentre as afirmações acima, estão corretas:

- |                   |              |             |
|-------------------|--------------|-------------|
| a) I, II, III, IV | c) I, II, IV | e) III e IV |
| b) I, II, III     | d) II e IV   |             |

## Questão 7

### Impacto e destruição

Uma das hipóteses da extinção dos dinossauros é o impacto de um asteroide ocorrido na região da península de *Yucatán* que teria liberado um milhão de vezes mais energia do que qualquer bomba atômica testada. Dados analisados de imagens de satélite indicam que a cratera de *Chicxulub*, que tem 200 quilômetros de diâmetro, seria o local exato do impacto. Segundo os pesquisadores, o impacto liberou grandes quantidades de água, poeira, gases e partículas de carboneto e fuligem, o que teria causado um bloqueio da luz

solar e o conseqüente esfriamento da Terra. Ainda de acordo com os cientistas, a grande quantidade de enxofre liberada pela colisão contribuiu para a formação de chuvas ácidas na terra e nos oceanos e também teria tido um efeito na queda de temperatura

<http://www.bbc.com/portuguese/ciencia/2010/03/100304dinossauroextincao>  
(Acessado em: 28/09/2017)

Um asteroide de massa **M** atinge perpendicularmente a superfície da península de Yucatán com uma velocidade **V** e penetra uma profundidade **d**. Assinale o módulo da força de resistência oferecida pela terra ao movimento do asteroide. Considere essa força constante.

a)  $F = MD/2V^2$

c)  $F = MV^2D/2$

e)  $F = MV^2/2D$

b)  $F = D/2MV^2$

d)  $F = DV^2/2M$

### Questão 8

Os tubarões têm um poder de detecção de campos elétricos de baixa intensidade, conhecido como eletrorrecepção, que pode superar até fortes instintos sensoriais como sabor e cheiro nos momentos finais do ataque. Eles usam todos os sentidos quando caçam cada um tem vantagens específicas e sensibilidades diferentes. O olfato e a audição seriam mais úteis para localizar a presa a longa distância. Os sentidos visão, linha lateral e paladar, mais importantes a curto alcance. Mas durante a fase final do ataque, a eletrorrecepção se torna a melhor forma de localizar a presa precisamente e orientar corretamente as mandíbulas, nenhum outro tecido, órgão ou animal exibe essa sensibilidade extrema a eletricidade. Os campos elétricos detectados são da ordem de  $1\mu\text{N/C}$ , analisando essa situação, calcule a quantidade de elétrons que os tubarões podem detectar a uma distância de 10 m da sua presa.

(Considere a constante eletrostática do meio,  $K=10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$  e a carga do elétron  $=10^{-32}\text{C}$ )

- a)  $10^{15}$  elétrons                      c)  $10^{17}$  elétrons                      e)  $10^{19}$  elétrons  
b)  $10^{16}$  elétrons                      d)  $10^{18}$  elétrons

### Questão 9

Os números da medida da pressão arterial são valores de pressão calibrada em milímetros de mercúrio, mmHg, esses valores são conhecidos como sistólico, correspondendo à pressão da artéria bombeado pelo coração e diastólico, sendo a pressão no momento em que o coração está relaxado após uma contração. Um estudante recebe os seguintes valores de sua pressão aferida, 76mmHg e 152mmHg. Determine o valor da altura da coluna de água correspondente a sua pressão diastólica. Assinale a resposta correta.

Dados:

$d_{\text{água}} = 1 \text{ g.cm}^{-3}$ $d_{\text{Hg}} = 13,6 \text{ g.cm}^{-3}$ $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$
--

- a) 0,05 m                      c) 0,25 m                      e) 1,0 m  
b) 0,15 m                      d) 0,5 m

### Questão 10

As enguias elétricas estão entre os maiores predadores do mundo, seus choques são capazes de paralisar um cavalo. Estudos recentes mostraram que elas não usam a eletricidade somente como atividade predatória, mas também para enxergar. Cada enguia produz em média uma voltagem de 600 V com correntes de até  $3,0 \times 10^{-2}$  A. Durante um ataque o impulso elétrico tem duração de aproximadamente de 0,01 s. Calcule a energia recebida por uma presa durante um ataque e assinale a alternativa correta.

- a)  $1,2 \cdot 10^{-1}$  J                      c)  $1,6 \cdot 10^{-1}$  J  
b)  $1,4 \cdot 10^{-1}$  J                      d)  $1,8 \cdot 10^{-1}$  J                      e)  $2,0 \cdot 10^{-1}$  J

## SOLUÇÃO BANCO DE QUESTÕES

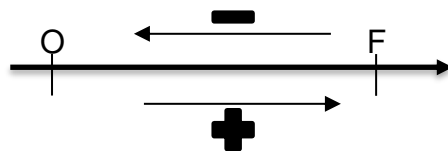
### Questão 1

Essa questão aborda o efeito Doppler, que é um fenômeno físico observado nas ondas quando emitidas ou refletidas por um objeto que está em movimento com relação ao observador. Nesse caso, o observador encontra-se em repouso, ou seja,  $v_{obs}=0$  e ele grava a frequência de aproximação e afastamento do morcego, sendo  $f_{ap}=60\text{KHz}$  e  $f_{af}=55\text{KHz}$ . Abaixo é apresentado a equação do efeito Doppler:

$$f_{aparente} = f_{original} \cdot \left( \frac{V_{som} \pm V_{obs}}{V_{som} \pm V_{fonte}} \right) \quad (1)$$

- O observador está parado medindo as frequências durante as aproximações e afastamento do morcego, portanto sua velocidade é nula,  $V_{obs} = 0$ .
- As frequências aparentes foram medidas pelo observador, durante a aproximação,  $f_{ap}=60\text{KHz}$  e durante o afastamento,  $f_{af} = 55\text{KHz}$ .

O objetivo da questão é calcular a velocidade do morcego, para isso deve inicialmente estabelecer um referencial para o problema, que pode ser visto abaixo:



O referencial é usado para determinar o sinal da velocidade do observado e da fonte e é definido do observador para a fonte e os movimentos a favor desse recebem sinal positivo e para os movimentos contra esse eixo recebem o sinal negativo.

1° Caso: Aproximação ( $f_{ap}=60\text{KHz}$ )

Suponha que durante a aproximação o morcego que representa a fonte sonora aproxime do observador, de acordo com o referencial acima, a velocidade da fonte nesse caso é negativo.

$$60\text{KHz} = f_{original} \cdot \left( \frac{340}{340 - V_{fonte}} \right) \quad (2)$$

2° Caso: Afastamento ( $f_{af} = 55\text{KHz}$ )

Como no primeiro caso a aproximação fora definida como movimento contrário ao eixo de referência, para o afastamento o movimento será a favor desse eixo, ou seja, do observador para a fonte, daí o sinal positivo da velocidade da fonte.

$$55\text{KHz} = f_{original} \cdot \left( \frac{340}{340 + V_{fonte}} \right) \quad (3)$$

Dividindo (2) por (3), obtém-se:

$$\frac{60\text{KHz}}{55\text{KHz}} = \frac{f_{original} \left( \frac{340}{340 - V_{fonte}} \right)}{f_{original} \left( \frac{340}{340 + V_{fonte}} \right)}$$

A partir das simplificações das expressões acima, tem-se:

$$\frac{12}{11} = \frac{340 + V_{fonte}}{340 - V_{fonte}}$$

A partir de resolução da equação acima, observa-se que a velocidade da fonte é:

$$V_{fonte} \cong 15\text{m/s}$$

## Questão 2

A questão trata de ordem de grandeza, para a sua solução toma-se inicialmente todo o montante de R\$ 51.030.800,00. Como se trata somente de cédulas de R\$100,00, tem-se um total de 510.308 papel moeda, escrevendo esse número em notação científica, tem-se:

$$5,10 \times 10^5$$

A ordem de grandeza trata-se da potência de 10 mais próxima do resultado aproximado, para isso avalia-se 5,10, como esse número é maior que 3,16

acrescenta-se 1 ao expoente da potência, sendo assim, a ordem de grandeza do montante de cédulas encontradas no apartamento é:

$$OG = 10^{5+1}$$

$$OG = 10^6$$

### Questão 3

Essa questão aborda a análise dimensional, para isso deve-se determinar a equação de intensidade de fogo ( $I$ ) que tem como unidade  $\frac{kJ}{m}$  mas sabe-se que  $w = \frac{J}{s}$  daí tem-se,  $I = \frac{kJ}{m \cdot s}$

Portanto a equação de combustão deverá apresentar as seguintes estruturas de unidades:

$$\frac{kJ}{m \cdot s} = \frac{kJ}{kg} \cdot \frac{kg}{m^2} \cdot \frac{m}{s}$$

Simplificando as unidades tem-se:

$$\frac{kJ}{m \cdot s} = \frac{kJ}{kg} \cdot \frac{\cancel{kg}}{\cancel{m^2}} \cdot \frac{\cancel{m}}{s}$$

$$\frac{kJ}{m \cdot s} = \frac{kJ}{m \cdot s}$$

Portanto, a equação de intensidade de fogo é dada por:

$$I = H \cdot w \cdot r$$

Onde:  $I \equiv$  Intensidade do Fogo

$H \equiv$  Função do calor de combustão

$w \equiv$  Peso do combustível disponível

$r \equiv$  velocidade de propagação do fogo

#### Questão 4

Essa questão aborda movimento circular uniforme e lançamento horizontal, para a sua solução, primeiramente analisando o movimento circular, tem-se a equação (1)

$$V = \omega \cdot r \quad (1)$$

Onde  $V \equiv$  Velocidade Linear

$\omega \equiv$  Velocidade Angular

$r \equiv$  Raio do Spinner

A velocidade angular é definida como:

$$\omega = 2\pi f \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1) obtém-se:

$$V = 2\pi f \cdot r \quad (3)$$

No lançamento horizontal, o movimento ao longo do eixo X é caracterizado pela velocidade constante, ou seja, trata-se de um movimento retilíneo e uniforme, portanto o alcance pode ser escrito pela seguinte equação:

$$X = X_0 + v \cdot t \quad (4)$$

Para esse lançamento,  $X_0$  está a origem do eixo xy, assim,  $X_0=0$ , portanto a equação 4 é escrita da seguinte forma:

$$X = v \cdot t \quad (5)$$

Isolando a velocidade na equação acima e combinando com a equação (3), chega-se na seguinte equação:

$$\frac{X}{t} = 2\pi r f$$

Para encontrar o número de rotações por segundo, ou seja, a frequência basta isolar f na equação acima, chegando ao seguinte resultado:

$$f = \frac{X}{2\pi r t}$$

Portanto:

$$f = \frac{1,5}{2.3.0,04.0,5} = 12,5 \text{ rotações por segundo}$$

### Questão 5

A questão trata de ondulatória e identificação do espectro eletromagnético, onde deve-se a partir do gráfico de campo elétrico e período de oscilação identificar qual tipo de radiação apresentado pela curva. Para isso, deve lembrar que a uma das definições de frequência é 4 amplitudes, daí:

$$T = 4 \text{ amplitudes (1)}$$

analisando o gráfico observa-se de em  $20.10^{-22}\text{s}$  apresenta uma oscilação completa, ou seja, 4 amplitudes e a partir da relação entre frequência e período,  $f=1/T$ , tem-se:

$$f = \frac{1}{20.10^{-22}} \text{ (2)}$$

$$f = 0,05. 10^{22} \text{ Hz (3)}$$

Escrevendo a apresentação (3) em notação científica, obtém-se:

$$f = 5. 10^{20} \text{ Hz}$$

Comparando o resultado acima com a tabela apresentada na questão, verifica que essa radiação se trata de Raios Gama.

### Questão 6

I (Falso) utilizando a equação  $V = \omega. r$  encontra-se  $\omega = 3 \text{ rad/h}$

II (Verdadeiro) A partir da mesma equação acima,  $V = \omega. r$ , observa-se que quanto maior o raio (r) maior a velocidade linear.

III (Falso) os furacões têm origem nos oceanos devido a um aquecimento superior a 300K.

IV (Verdadeiro) As correntes de convecção são responsáveis pela evaporação das águas, portanto em um furacão ocorre continuamente evaporação e condensação das águas.

### Questão 7

A questão trata da aplicação do teorema trabalho-energia. Quando o asteroide penetra na terra, sofre a ação de uma força retardadora **F** (suposta constante) que realiza trabalho negativo, dissipando energia mecânica em calor.

$$T_{\text{total}} = E_{\text{cinf}} - E_{\text{cini}}$$

$$-F \cdot D = 0 - mv^2/2$$

$$F \cdot D = mv^2/2$$

$$\text{Portanto: } F = mv^2/2D$$

### Questão 8

A questão aborda campos elétricos coulombianos, por definição o módulo desse campo é dado por:

$$E = \frac{K Q}{D^2} (1)$$

Onde:  $K \equiv$  Constante eletrostática do meio

$Q \equiv$  Fonte do Campo Elétrico

$D \equiv$  Distância entre a fonte e o ponto analisado

O campo elétrico detectado pelos tubarões é da ordem de  $\frac{1\mu N}{C} = 10^{-6} N/C$

O problema busca calcular o número de elétrons sensível aos tubarões, para isso, isolando  $Q$  na equação (1), tem-se:

$$Q = \frac{ED^2}{K}$$

Substituindo os valores apresentados na questão obtém-se:

$$Q = \frac{10^{-6}10^2}{10^9}$$

Portanto:  $Q = 10^{-14} C$ , mas o problema busca o número de elétrons, para isso basta dividir o resultado acima pela carga de cada elétron, daí tem-se:

$$\text{Número de elétrons} = 10^{18} \text{elétrons}$$

### Questão 9

Essa questão envolve conhecimento de hidrostática e sistema circulatório, para a sua resolução deve-se saber que a pressão sistólica é a maior e consequentemente a diastólica a menor. O problema trabalha com a pressão diastólica, ou seja, 76mmHg o que equivale a 0,1atm, pois 760mmHg corresponde a 1 atm. A água apresenta uma particularidade, a cada 10 metros de profundidade aumenta-se 1 atm de pressão, respeitando a seguinte relação:

1,0 atm —————> 10 metros de profundidade

0,1atm —————> 1 metro de profundidade

Cruzando os dados da pressão diastólica com a coluna de água, conclui-se que altura da coluna de água será de 1 metro.

### Questão 10

A referida questão envolve a definição de potência discutido na mecânica e também a potência elétrica, são elas:

Definição de Potência:  $Pot = \frac{Energia}{Tempo}$  (1), com [Pot] = W, [Energia] = J e [tempo] = s

Potência elétrica:  $Pot = U \cdot i$  (2), onde  $U \equiv$  Voltagem e  $i \equiv$  corrente elétrica com as seguintes unidades, [U]=Volts e [i]= Ampères

Substituindo (2) em (1), tem-se:

$$U \cdot i = \frac{E}{t}$$

Manipulando e isolando E na equação acima, encontra-se:

$$E = U \cdot i \cdot t$$

$$\text{Daí: } E = 6 \cdot 10^2 \times 3 \cdot 10^{-2} \times 1 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Portanto: } E = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ Joules}$$

## **ANEXO A - CONTEÚDO PROGRAMÁTICO DOS VESTIBULARES ANALISADOS**

### **FÍSICA**

#### **PROGRAMA**

#### **I - MECÂNICA**

##### **1. CINEMÁTICA**

1.1. Sistemas de referência: especificação da posição, da velocidade e da trajetória de uma partícula em diferentes referenciais.

1.2. Vetor velocidade e vetor aceleração.

1.3. Movimentos em linha reta com aceleração constante.

1.4. Composição de movimentos em uma mesma direção e em direções perpendiculares.

##### **2. FORÇAS E LEIS DE NEWTON**

2.1. Vetor força.

2.2. Equilíbrio de uma partícula e conceito de inércia.

2.3. Relação entre força, massa e aceleração.

2.4. Forças de ação e reação.

2.5. Peso de um corpo, força normal, forças de atrito estático e cinético e tensão em cordas.

2.6. Movimento circular: força centrípeta, aceleração centrípeta, velocidade tangencial, velocidade angular e período.

2.7. Movimento harmônico simples: força restauradora no sistema massa-mola, amplitude, período e frequência.

2.8. Lei da Gravitação Universal.

##### **3. FLUIDOS**

3.1. Densidade.

3.2. Definição de pressão.

3.3. Pressão no interior de um fluido.

3.4. Pressão atmosférica.

3.5. Empuxo.

#### **4. CORPO RÍGIDO**

4.1. Torque (momento de uma força).

4.2. Condições de equilíbrio de translação e de rotação.

4.3. Centro de massa de um objeto.

#### **5. TRABALHO E ENERGIA**

5.1. Princípio da conservação da energia: forças conservativas e dissipativas.

5.2. Trabalho realizado por forças constantes.

5.3. Energia cinética.

5.4. Relação entre trabalho e energia cinética.

5.5. Energia potencial gravitacional e potencial elástica.

5.6. Conservação de energia mecânica.

5.7. Potência.

#### **6. QUANTIDADE DE MOVIMENTO**

6.1. Definição de quantidade de movimento.

6.2. Conservação da quantidade de movimento.

6.3. Colisões elásticas e inelásticas em uma e duas dimensões.

### **II - TERMODINÂMICA**

#### **1. TEMPERATURA**

1.1. Conceito de temperatura.

1.2. Dilatação térmica de sólidos e líquidos – estudo semi-quantitativo.

1.3. Dilatação anômala da água.

#### **2. GASES IDEAIS**

2.1. Equação de estado de um gás ideal.

### **3. CALOR**

- 3.1. Conceito de calor.
- 3.2. Capacidade térmica e calor específico.
- 3.3. Transmissão de calor: condução, convecção e radiação.

### **4. PRIMEIRA E SEGUNDA LEIS DA TERMODINÂMICA**

- 4.1. Trabalho envolvido em transformações termodinâmicas.
- 4.2. Energia interna.
- 4.3. Relação entre calor, trabalho e energia interna.
- 4.4. Energia interna e temperatura de um gás ideal – estudo qualitativo
- 4.5. Trabalho em um diagrama pressão versus volume.
- 4.6. Transformações de energia em máquinas térmicas.
- 4.7. Rendimento de máquinas térmicas e sua relação com a Segunda Lei da Termodinâmica.

### **5. MUDANÇAS DE FASE**

- 5.1. Sólidos, líquidos e gases.
- 5.2. Fusão, solidificação, vaporização, condensação e sublimação.
- 5.3. Calor latente.
- 5.4. Diagrama de fase pressão X temperatura.

## **III - ONDAS**

### **1. ONDAS MECÂNICAS EM UMA E EM DUAS DIMENSÕES**

- 1.1. Amplitude, período, frequência e comprimento de onda.
- 1.2. Velocidade de propagação e sua relação com o comprimento de onda e com a frequência.
- 1.3. Ondas longitudinais e ondas transversais.
- 1.4. Reflexão e refração – Estudo semi-quantitativo.
- 1.5. Interferência e difração – Estudo semi-quantitativo.

1.6. Ondas estacionárias em uma corda: relação entre o comprimento de onda e o comprimento da corda.

## **2. SOM**

2.1. Frequência, amplitude e forma das ondas sonoras.

2.2. Velocidade de propagação.

2.3. Reflexão de ondas sonoras.

2.4. Interferência e superposição de ondas.

2.5. Efeito Doppler – análise semi-quantitativo.

## **IV - ÓPTICA**

### **1. LUZ**

1.1. Propagação da luz.

1.2. Reflexão e refração da luz.

1.3. Formação de imagens de objetos reais por espelhos e lentes.

1.4. Instrumentos ópticos simples: máquina fotográfica, lupa, projetor e outros.

1.5. Formação de imagem no olho humano.

1.6. Dispersão da luz.

### **2. NATUREZA ONDULATÓRIA DA LUZ**

2.1. Interferência e difração da luz – estudo qualitativo.

## **V - ELETROMAGNETISMO**

### **1. CARGA ELÉTRICA**

1.1. Processos de eletrização por atrito, por contato e por indução.

1.2. Condutor e isolante elétrico.

1.3. Lei de Coulomb.

### **2. CAMPO ELÉTRICO**

2.1. O vetor campo elétrico.

2.2. Linhas de força.

2.3. Campo elétrico em condutores.

2.4. Movimento de cargas pontuais em um campo elétrico uniforme.

### **3. CORRENTE ELÉTRICA**

3.1. Corrente contínua – abordagem quantitativa – e corrente alternada – abordagem qualitativa.

3.2. Pilhas e baterias e suas associações em série e em paralelo.

3.3. Força eletromotriz.

### **4. CIRCUITOS ELÉTRICOS**

4.1. Resistência elétrica.

4.2. Diferença de potencial entre dois pontos de circuitos resistivos simples.

4.3. Associações de resistências em série e em paralelo.

4.4. Potência elétrica.

4.5. Efeito Joule.

4.6. Resistividade elétrica.

4.7. Medidores elétricos: ligação de amperímetros e voltímetros em circuitos.

### **5. POTENCIAL ELÉTRICO E ENERGIA POTENCIAL ELÉTRICA**

### **6. CAPACITORES**

6.1. Capacitância.

6.2. Capacitor de placas paralelas.

6.3. Energia armazenada em um capacitor.

### **7. CAMPO MAGNÉTICO**

7.1. O vetor campo magnético.

7.2. Linhas de campo magnético.

7.3. Força magnética sobre cargas elétricas em movimento.

7.4. Campo magnético de um fio retilíneo percorrido por uma corrente contínua.

7.5. Ímã, bússola e eletroímã.

7.6. Movimento de cargas pontuais em um campo magnético uniforme.

7.7. Motor elétrico de corrente contínua – estudo qualitativo.

## **8. INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA**

8.1. Leis de Faraday e de Lenz – análise semi-quantitativo.

8.2. Força eletromotriz induzida.

8.3. Gerador elétrico e transformador – estudo semi-quantitativo.

## **9.ONDAS ELETROMAGNÉTICAS**

9.1. Ondas eletromagnéticas: constituição e propagação

## **VI - FÍSICA MODERNA**

### **1 - RELATIVIDADE RESTRITA**

1.1. Postulados da teoria da relatividade restrita.

1.2. Equivalência massa/energia.

### **2 - QUANTIZAÇÃO DA ENERGIA**

2.1. Conceito de fótons e o caráter dual onda/partícula da luz.

2.2. Energia do fóton.

2.3. Efeito fotoelétrico – estudo qualitativo.

### **3 - ESTRUTURA DO ÁTOMO**

3.1. Modelo atômico de Bohr.

3.2. Absorção e emissão de radiação no modelo de Bohr.

3.3. Espectros de absorção e de emissão de radiação

### **4 - FÍSICA NUCLEAR**

4.1. Partículas alfa e beta e radiação gama.

4.2. Conceito de meia-vida de substâncias radioativas.

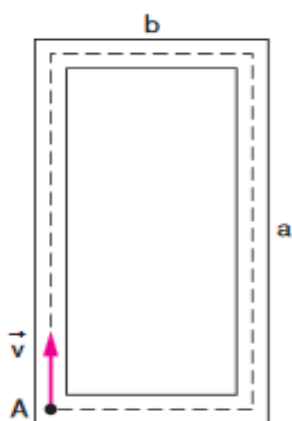
4.3. Noções básicas de fissão e fusão nuclear.

### **5 - NATUREZA ONDULATÓRIA DA MATÉRIA**

5.1. Postulado de De Broglie.

**ANEXO B – 1º SIMULADO APLICADO NO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

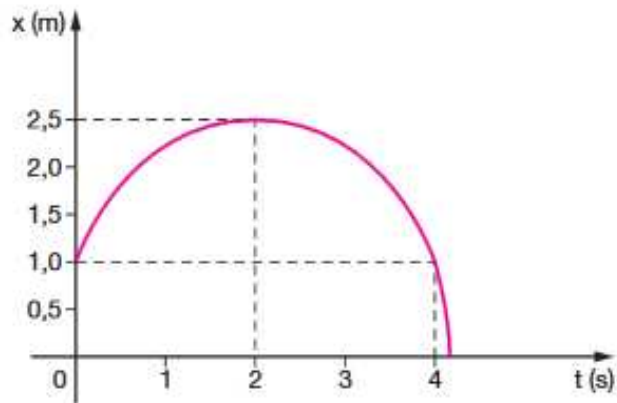
1. (Unisinos-RS) Numa pista atlética retangular de lados  $a$  160 m e  $b$  60 m, um atleta corre com velocidade de módulo constante  $v = 5$  m/s, no sentido horário, conforme mostrado na figura. Em  $t = 0$  s, o atleta encontra-se no ponto A. O módulo do deslocamento do atleta, após 60 s de corrida, em metros, é:



- a) 100
- b) 220
- c) 300
- d) 10 000
- e) 18 000

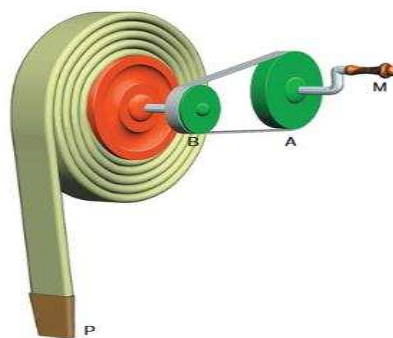
2. (Acafe-SC) O gráfico representa a variação da posição, em função do tempo, de um ponto material que se encontra em movimento retilíneo uniformemente variado.

Analisando o gráfico, podemos afirmar que:



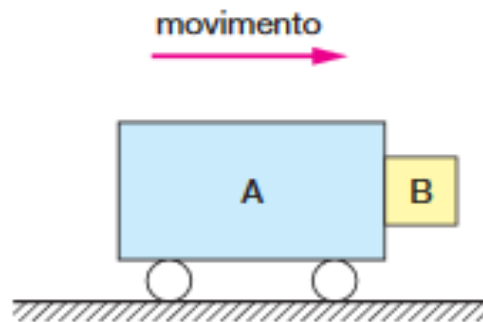
- a) A velocidade inicial é negativa.
- b) A aceleração do ponto material é positiva.
- c) O ponto material parte da origem das posições.
- d) No instante 2 segundos, a velocidade do ponto material é nula.
- e) No instante 4 segundos, o movimento do ponto material é progressivo.

3. (Unirio-RJ) O mecanismo apresentado na figura é utilizado para enrolar mangueiras após terem sido usadas no combate a incêndios. A mangueira é enrolada sobre si mesma, camada sobre camada, formando um carretel cada vez mais espesso. Considerando ser o diâmetro da polia A maior que o diâmetro da polia B, quando giramos a manivela M com velocidade constante, verificamos que a polia B gira que a polia A, enquanto a extremidade P da mangueira sobe com movimento. Preenche corretamente as lacunas acima a opção:



- a) mais rapidamente – aceleração
- b) mais rapidamente – uniforme
- c) com a mesma velocidade – uniforme
- d) mais lentamente – uniforme
- e) mais lentamente – acelerado

4. (MACK-SP) Na figura, o carrinho A tem 10 kg e o bloco B, 0,5 kg. O conjunto está em movimento e o bloco B, simplesmente encostado, não cai devido ao atrito com A ( $\mu=0,4$ ). O menor módulo da aceleração em  $\text{m/s}^2$  do conjunto, necessário para que isso ocorra, é: Adote  $g=10 \text{ m/s}^2$ .



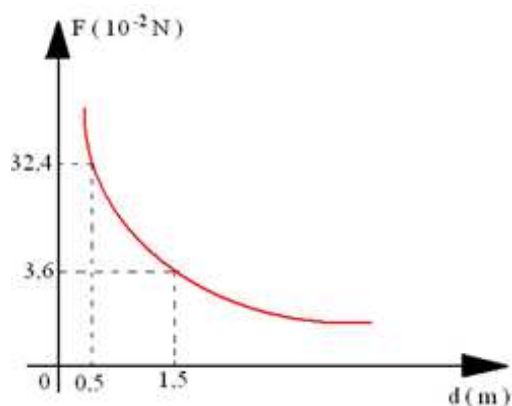
- a) 25
- b) 20
- c) 15
- d) 10
- e) 5

5. Uma partícula de massa 50 g realiza um movimento circular uniforme quando presa a um fio ideal de comprimento 30 cm. O trabalho total realizado pela tração no fio, sobre a partícula, durante o percurso de uma volta e meia, é:

- a) 0
- b)  $2p \text{ J}$
- c)  $4p \text{ J}$
- d)  $6p \text{ J}$
- e)  $9p \text{ J}$

6. Duas cargas elétricas puntiformes positivas  $Q_1$  e  $Q_2$ , no vácuo interagem mutuamente através de uma força cuja intensidade varia com a distância entre elas, segundo o diagrama abaixo. A carga  $Q_2$  é o quádruplo de  $Q_1$ .

O valor de  $Q_2$  é



- a)  $1,5 \mu\text{C}$
- b)  $2,25 \mu\text{C}$
- c)  $2,5 \mu\text{C}$
- d)  $4,5 \mu\text{C}$
- e)  $6,0 \mu\text{C}$

7. (UFRGS) O ano de 2009 foi proclamado pela UNESCO o Ano Internacional da Astronomia para comemorar os 400 anos das primeiras observações astronômicas realizadas por Galileu Galilei através de telescópios e, também, para celebrar a Astronomia e suas contribuições para o conhecimento humano.

O ano de 2009 também celebrou os 400 anos da formulação da Lei das Órbitas e da Lei das Áreas por Johannes Kepler. A terceira lei, conhecida como Lei dos Períodos, foi por ele formulada posteriormente.

Sobre as três leis de Kepler são feitas as seguintes afirmações:

- I. A órbita de cada planeta é uma elipse com o Sol em um dos focos.

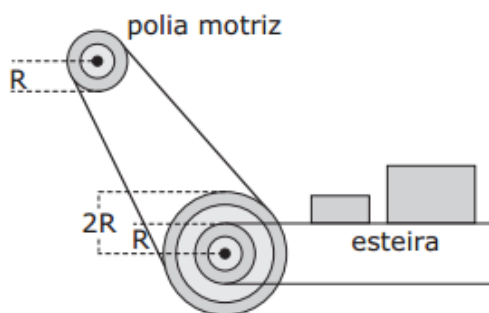
II. O segmento de reta que une cada planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.

III. O quadrado do período orbital de cada planeta é diretamente proporcional ao cubo da distância média do planeta ao Sol.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.                      c) Apenas III.                      e) I, II e III.  
b) Apenas II.                      d) Apenas I e II.

8. A figura abaixo representa uma correia transportadora com o seu sistema de acionamento. As duas polias menores têm o mesmo raio  $R$ , e a polia maior tem raio  $2R$ . O atrito entre as correias e as polias é suficiente para que não ocorra deslizamento de umas sobre as outras. A polia motriz gira em sentido horário com frequência constante  $f_1$ ; as outras duas polias são concêntricas, estão unidas rigidamente e giram com frequência constante  $f_2$ .



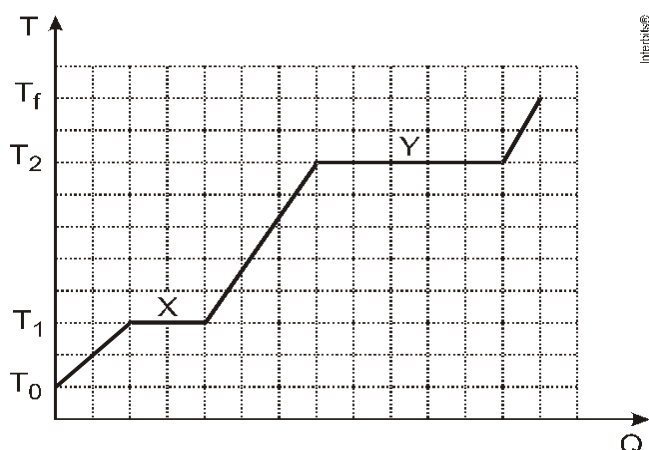
Considere as seguintes afirmações.

- I. Os objetos transportados pela correia deslocam-se para a direita.  
II. A aceleração centrípeta na periferia da polia motriz é 4 vezes maior do que na periferia da outra polia pequena.  
III. Os objetos transportados pela correia apresentam-se com velocidade linear menor do que a velocidade tangencial na periferia da polia motriz.

Qual(is) está(ão) correta(s)?

- a) Apenas I.
- b) Apenas I e II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

9. Uma amostra de uma substância encontra-se, inicialmente, no estado sólido na temperatura  $T_0$ . Passa, então, a receber calor até atingir a temperatura final  $T_f$ , quando toda a amostra já se transformou em vapor. O gráfico abaixo representa a variação da temperatura  $T$  da amostra em função da quantidade de calor  $Q$  por ela recebida.



Considere as seguintes afirmações, referentes ao gráfico.

- I.  $T_1$  e  $T_2$  são, respectivamente, as temperaturas de fusão e de vaporização da substância.
- II. No intervalo X, coexistem os estados sólido e líquido da substância.
- III. No intervalo Y, coexistem os estados sólido, líquido e gasoso da substância.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.

d) Apenas I e II.

e) I, II e III.

10. (Pucsp) um cubo de gelo de massa 100 g e temperatura inicial  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  é colocado no interior de um micro-ondas. Após 5 minutos de funcionamento, restava apenas vapor d'água. Considerando que toda a energia foi totalmente absorvida pela massa de gelo (desconsidere qualquer tipo de perda) e que o fornecimento de energia foi constante, determine a potência utilizada, em W.

São dados:

Pressão local = 1 atm

Calor específico do gelo =  $0,5\text{ cal. g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Calor específico da água líquida =  $1,0\text{ cal. g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Calor latente de fusão da água =  $80\text{ cal. g}^{-1}$

Calor de vaporização da água =  $540\text{ cal. g}^{-1}$

$1\text{ cal} = 4,2\text{ J}$

a) 1008

b) 896

c) 1015

d) 903

e) 1512

11. Um balão de volume constante e massa  $m$  eleva-se na atmosfera. Sabendo-se que a densidade do ar atmosférico diminui com o aumento da altura

e desconsiderando os efeitos da variação da temperatura e movimento do ar atmosférico, pode-se afirmar que:

- a) O balão subirá, mantendo-se em torno de uma altura onde o empuxo sobre ele é igual ao seu peso.
- b) O balão subirá indefinidamente até escapar da atmosfera terrestre, em razão do aumento do empuxo sobre ele à medida que sobe.
- c) O balão subirá até uma determinada altura e voltará a descer até a posição inicial, devido à ação da gravidade.
- d) O balão subirá até uma determinada altura e voltará a descer até a posição inicial, em razão da variação do empuxo à medida que se move no ar.
- e) O balão subirá indefinidamente até escapar da atmosfera terrestre, em razão da não variação do empuxo sobre ele à medida que sobe.

12. Se o vidro de que é feito um termômetro de mercúrio tiver o mesmo coeficiente de dilatação cúbica do mercúrio, pode-se dizer, corretamente, que esse termômetro:

- a) não funciona
- b) funciona com precisão abaixo de  $0^{\circ}\text{C}$
- c) funciona com precisão acima de  $0^{\circ}\text{C}$
- d) funciona melhor do que os termômetros comuns
- e) funciona independente de qualquer valor atribuído

13. Num dia sem nuvens, ao meio-dia, a sombra projetada no chão por uma esfera de 1,0 cm de diâmetro é bem nítida se ela estiver a 10cm do chão. Entretanto, se a esfera estiver a 200 cm do chão, sua sombra é muito pouco nítida. Pode-se afirmar que a principal causa do efeito observado é que:

- a) o Sol é uma fonte extensa de luz
- b) o índice de refração do ar depende da temperatura
- c) a luz é um fenômeno ondulatório
- d) a luz do Sol contém diferentes cores

e) a difusão da luz no ar “borra” a sombra

14. Num dia chuvoso, uma pessoa vê um relâmpago entre uma nuvem e a superfície da Terra. Passados 6 s ela ouve o som do trovão correspondente. Sabendo que a velocidade do som no ar é 340 m/s, qual a distância entre a pessoa e o ponto onde ocorreu o relâmpago?

a) 2 040 m

b) 56,6 m

c) 1020 m

d) 2400 m

e) Não é possível calcular essa distância.

15. Quando uma barra de material ferromagnético é magnetizada, são:

a) acrescentados elétrons à barra

b) retirados elétrons da barra

c) acrescentados ímãs elementares à barra

d) retirados ímãs elementares da barra

e) ordenados os ímãs elementares da barra