

FORMAS DE ABORDAGEM DO CONTEÚDO EM QUESTÕES DE FÍSICA

APPROACH FORMS OF THE SUBJECT IN PHYSICS TESTS

Simone A. Fernandes – sifisica@yahoo.com.br
José Guilherme Moreira – jmoreira@fisica.ufmg.br

Departamento de Física, ICEx, Universidade Federal de Minas Gerais
Caixa Postal 702 – 30123-970 – Belo Horizonte, MG

Resumo

Primeiramente, este artigo apresenta, um modelo de classificação de questões de Física construído levando-se em conta a presença ou não de abordagens contextualizadas e interdisciplinares; o nível de exigência de conhecimentos e habilidades matemáticas; e as formas de valorização do conhecimento e compreensão de conceitos físicos. Posteriormente apresentamos a análise das formas de abordagem do conteúdo de circuitos elétricos presentes em questões das provas de vestibulares de três Instituições de Ensino Superiores do país: USP, Unicamp e UFMG. Chamamos a atenção para a postura assumida por essas provas desde antes da reforma do Ensino Médio, até os últimos vestibulares.

Palavras-chave: física do ensino médio; processos seletivos.

Abstract

First, this article presents a model of classification of Physics questions constructed taking in account the presence or not of contextual and interdisciplinary boarding; the level of requirement of knowledge and mathematical abilities; and the forms of valuation of the knowledge and understanding of physical concepts. Later we present the analysis of the forms of boarding of the content of electric circuits presents in questions of the tests of three Superior Institutions of Education: USP, Unicamp and UFMG. We call the attention for the position assumed for these tests since before the reform of the secondary education, until the last tests.

Keywords: physics in the high school; selective processes.

INTRODUÇÃO

A Reforma do Ensino Médio – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9.394/96) (BRASIL, 1996) e Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 1999) –, e concomitantemente do Ensino de Física, está alicerçada em dois pontos principais: o desenvolvimento de habilidades e competências e a promoção da interdisciplinaridade e da contextualização, pontos principais na organização curricular.

A proposta visa um Ensino de Física que seja significativo para o estudante e que sirva como ferramenta na interpretação de fenômenos e também na compreensão do mundo que o cerca, diferentemente daquele ensino pautado em situações abstratas, distantes do mundo vivencial do aluno e concentrado em memorização e aplicação de fórmulas matemáticas.

“Essas competências e habilidades devem servir como base para a formação de indivíduos atuantes no trabalho e na sociedade. Tal postura visa uma formação geral, seja ela para estudos posteriores ou não, diferentemente do ensino propedêutico em que o

conhecimento adquirido só fazia sentido em etapas posteriores à escolarização (Menezes, 2000, p.7).”

Uma vez que os “livros didáticos e os vestibulares são os principais orientadores dos conteúdos ensinados na escola” (BRASIL, 2005, s.n.t), o trabalho desenvolvido no Ensino Médio acaba sendo reflexo da concepção de Ensino de Física e prática pedagógica valorizadas pelas Instituições de Ensino Superior (IES). Acreditamos que, embora o vestibular seja um processo seletivo e não avaliativo, a forma como as questões se apresentam pode dificultar a implementação desse “novo” ensino de Física.

Para que haja contribuições positivas é necessário que as questões que compõem suas provas apresentem uma nova forma de abordagem. Tornam-se necessárias abordagens mais ligadas a situações próximas dos alunos, menos abstratas e que estabeleçam relação entre a Física e outras disciplinas que compõem ou não a mesma área de conhecimento. Além disso, uma nova postura que vise a valorização do conhecimento e da compreensão de leis e conceitos físicos em detrimento à matematização e à utilização de fórmulas decoradas, o que torna o estudo dessa disciplina desinteressante.

Com base nisso, torna-se interessante, através de uma análise das provas de Física dos vestibulares de Instituições de Ensino Superior, uma investigação das formas de abordagem do conteúdo de Física presentes nessas provas. Tal estudo é importante por dois motivos principais. Primeiramente, a análise de provas mais recentes nos permite perceber a concepção de Ensino de Física e prática pedagógica valorizadas pelas IES e a forma como estas têm sinalizado para o trabalho desenvolvido no Ensino de Física no Ensino Médio. Em segundo lugar, uma análise ao longo dos anos pode mostrar indícios de mudanças nas formas de abordar os conteúdos e, ainda, se essas foram influenciadas pela implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999) e das Orientações complementares aos PCNEM (PCN+) (BRASIL, 2002).

Assim, foi desenvolvido um trabalho de investigação das formas de abordagem do conteúdo de Física presentes em provas de Vestibulares de três Instituições de Ensino Superior do Brasil. Tal investigação foi realizada através de uma análise de questões de Física levando-se em conta os princípios norteadores da reestruturação curricular e, concomitantemente, da implementação do “novo” Ensino Médio.

Primeiramente apresentamos um modelo de classificação de questões de Física construído a partir de um estudo preliminar de questões de circuitos elétricos levando-se em conta a presença ou não de abordagens contextualizadas e interdisciplinares; o nível de exigência de conhecimentos e habilidades matemáticas; e, ainda, as formas de valorização do conhecimento e da compreensão de conceitos físicos. A escolha de questões envolvendo um único tópico se justifica por facilitar a comparação entre as questões que são apresentadas e, assim, permite um maior entendimento por parte do leitor.

Por último, apresentamos e discutimos, com base nesse modelo, as formas de abordagem do conteúdo de circuitos elétricos presentes em questões de Física de provas de vestibulares de três Instituições de Ensino Superior do país – USP, Unicamp e UFMG – ao longo das últimas décadas. A escolha por tais Universidades deve-se ao fato de acreditarmos que essas têm forte influência no Ensino Médio – devido ao fato de serem universidades tradicionais e/ou abrangerem, em seus processos seletivos, uma região bastante considerável. Além disso, foram as únicas universidades das quais conseguimos reunir provas de pelo menos as duas últimas décadas.

I PROPOSTA DE MODELO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À INTERDISCIPLINARIDADE, À CONTEXTUALIZAÇÃO E À COMPREENSÃO DE CONCEITOS FÍSICOS

I.1 - QUANTO À PRESENÇA DA INTERDISCIPLINARIDADE E DA CONTEXTUALIZAÇÃO

Os PCN colocam que a interdisciplinaridade

“deve ser compreendida a partir de uma abordagem relacional, em que se propõe que, por meio da prática escolar, sejam estabelecidas interconexões e passagens entre os conhecimentos através das relações de complementaridade, convergência ou divergência” (BRASIL, 1999, p.36).

Baseando-nos nesse conceito apresentado nos PCN, classificaremos como **questões interdisciplinares** aquelas cuja abordagem envolve conhecimentos ou conceitos partilhados pela Física e outras disciplinas ou, ainda, questões em que informações pertencentes a outras áreas de conhecimento servem como complementação ao conteúdo abordado pela Física. Como exemplo dessa forma de abordagem apresentamos o item 01.

A contextualização, outro princípio pedagógico que rege a articulação das disciplinas escolares, pode ser entendida, segundo os PCNEM, como uma ação que visa tornar significativo o que é aprendido pelo aluno trazendo para a escola experiências pessoais, sociais e culturais.

“... é possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com conhecimentos adquiridos espontaneamente” (BRASIL, 1999, p.94 -95).

Por aprendizagem significativa pode-se entender aquela que exprime sentido para o aluno, que é relevante, que lhe permite enxergar, compreender e explicar o mundo que o cerca (MOREIRA, 2003, p.2).

Item: 01	Instituição: UnB	Ano: 2002	Questão: 03	Prova: prova 1
----------	------------------	-----------	-------------	----------------

Um perigo para os mergulhadores em rios e oceanos é o contato com peixes elétricos. Sabe-se que essa espécie produz eletricidade a partir de células biológicas (eletroplacas) que funcionam como baterias elétricas. Certos peixes elétricos encontrados na América do Sul contêm um conjunto de eletroplacas organizadas de forma análoga ao circuito elétrico representado na figura acima. Existem, ao longo do corpo deles, 150 linhas horizontais, com 5.000 eletroplacas por linha. Cada eletroplaca tem uma força eletromotriz ε de 0,15 V e uma resistência elétrica R interna de $0,30\Omega$. A resistência da água $R_{\text{água}}$ em torno do peixe deve ser considerada igual a 740Ω . Com base nessas informações, calcule uma das seguintes quantidades, desprezando, para a marcação na Folha de

Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

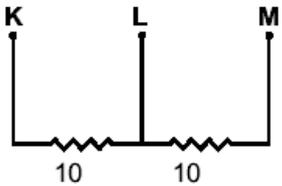
(a) O número total de eletroplacas do peixe elétrico, expressando a quantidade calculada em milhares de eletroplacas. **(valor = 0,2 ponto)**

(b) A resistência equivalente em cada linha de eletroplacas, **em ohms**, dividindo a quantidade calculada por 10. **(valor = 0,4 ponto)**

(c) A resistência equivalente do peixe elétrico, observada entre os pontos A e B, **em ohms**. **(valor = 0,7 ponto)**

(d) A potência dissipada no peixe elétrico, **em watts**, quando este está submerso na água. Multiplique a quantidade calculada por 10. **(valor = 1,0 ponto)**

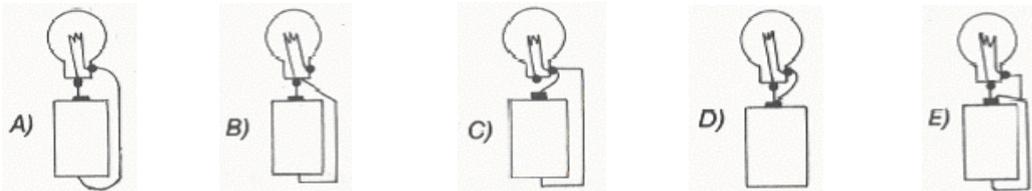
Classificaremos como **questões contextualizadas** as questões de circuitos que apresentam situações cotidianas e/ou representações gráficas, aparelhos elétricos, lâmpadas, etc, que contribuam efetivamente para a interpretação e compreensão do problema. Porém, vale destacar que a questão deve ser analisada como um todo, o enunciado, a forma como o circuito se apresenta, etc, pois o fato de trocar a representação de resistores por lâmpadas nem sempre é suficiente para a contextualização. Como exemplo de questão contextualizada destacamos o item 02.

Item: 02	Instituição: UFMG	Questão: 11	Ano: 2004	Prova: caderno 1
Gabriel possui um chuveiro, cujo elemento de aquecimento consiste em dois resistores, de 10Ω cada um, ligados da forma representada nesta figura:				
		<p>Quando morava em Brasília, onde a diferença de potencial da rede elétrica é de 220 V, Gabriel ligava o chuveiro pelos terminais K e M, indicados na figura. Ao mudar-se para Belo Horizonte, onde a diferença de potencial é de 110 V, passou a ligar o mesmo chuveiro pelos terminais K e L.</p> <p>É CORRETO afirmar que, comparando-se com Brasília, em Belo Horizonte, nesse chuveiro,</p>		
<p>A) a corrente elétrica é a mesma e menos calor por unidade de tempo é fornecido à água. B) a corrente elétrica é maior e a mesma quantidade de calor por unidade de tempo é fornecida à água. C) a corrente elétrica é a mesma e a mesma quantidade de calor por unidade de tempo é fornecida à água. D) a corrente elétrica é menor e menos calor por unidade de tempo é fornecido à água.</p>				

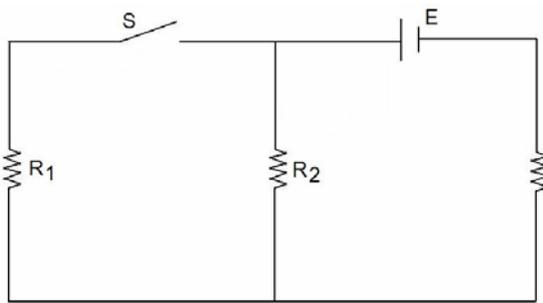
I.2 QUANTO À CONCEITUAÇÃO

Primeiramente, em relação à presença de conceitos chamaremos de **questão conceitual** aquela que abordar ou exigir do aluno o conhecimento e a compreensão de conceitos fundamentais da Física. Quanto ao nível de conceituação exigido, as questões conceituais serão sub-divididas em **conceituais qualitativas**, **conceituais semi-quantitativas** e **conceituais quantitativas**.

As questões **conceituais qualitativas** exigem somente o conhecimento dos conceitos, sem a necessidade de relações entre as grandezas envolvidas. Por exemplo, poderíamos considerar como conceitual qualitativa uma questão, como no item 3, que exigisse do aluno o conhecimento de que um circuito fechado ligado a uma bateria é percorrido por uma corrente.

Item: 03	Instituição: UFMG	Questão: 07	Ano: 1978	Prova: Branca
A maneira correta de ligar uma lâmpada de lanterna a uma pilha é:				
				

Denominaremos **questões conceituais semi-quantitativas**, aquelas que exigem que se vá um pouco além do que foi apresentado anteriormente, por exemplo, além de saber que o circuito é percorrido por uma corrente exige que se estabeleça relação entre as grandezas ali envolvidas – como no item 04.

Item: 04	Instituição: USP	Questão: 30	Ano: 1990	Prova: 1ª fase
		<p>No circuito acima, quando se fecha a chave S, provoca-se:</p> <p>a) aumento da corrente que passa por R_2. b) diminuição do valor da resistência R_3. c) aumento da corrente em R_3. d) aumento da voltagem em R_2. e) aumento da resistência total do circuito.</p>		

Serão consideradas **questões conceituais quantitativas**, as questões como o item 5 que exigirem que o aluno conheça a equação matemática ou estabeleça relações de proporcionalidade entre as grandezas envolvidas.

Item: 05	Instituição: Unicamp	Questão: 05	Ano: 1987	Prova: 2ª fase
<p>No circuito da figura, as baterias têm f.e.m. $\varepsilon_1 = 4V$, $\varepsilon_2 = 2V$ e ambas resistências têm resistência interna $r = 1\Omega$</p> <p>a) Para que valor da resistência R a lâmpada L do circuito não se acende, isto é, pode-se considerar a corrente através de L como sendo nula?</p> <p>b) Com a lâmpada L apagada, qual é o valor da corrente que passa por R?</p>				

Por último, existem questões em que não é exigido conhecimento ou compreensão de conceitos físicos e mesmo que os conceitos estejam envolvidos, a valorização do formalismo matemático ou de conhecimentos decorados é o ponto principal. A essa forma de abordagem denominaremos **não conceitual**. Como no exemplo apresentamos o item 06, em que o conhecimento e a aplicação dos conceitos físicos na resolução da questão, são pouco relevantes frente aos cálculos envolvidos.

Item: 06	Instituição: Unicamp	Questão: 05	Ano: 1996	Prova: 2ª fase
<p>Um gerador de áudio de tensão V tem uma resistência interna R_i e alimenta um alto-falante de resistência R_a.</p> <p>a) Qual a potência dissipada em R_a em termos de V e R_i?</p> <p>b) Qual a relação entre R_a e R_i para que a potência dissipada no auto falante seja máxima?</p> <p>sugestão: faça $x = \frac{R_a}{R_i}$ e use o fato de que se $(x - 1)^2 \geq 0$ e $x \geq 0$ então $\frac{x^2 + 2x + 1}{x} \geq 4$</p> <p>c) Qual a potência máxima que se pode retirar desse gerador de áudio?</p>				

II ANÁLISE DE QUESTÕES DE CIRCUITOS ELÉTRICOS DE VESTIBULARES NAS ÚLTIMAS DÉCADAS

Com base no que foi mostrado na seção anterior apresentamos agora o resultado das análises das questões de circuitos elétricos nas provas de vestibular de três grandes Universidades brasileiras – Universidade Estadual de São Paulo (USP), Universidade de Campinas (Unicamp) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – chamando a atenção para a postura assumida por essas ao longo dos anos, principalmente após a promulgação da nova LDB (BRASIL, 1996) e da implementação das DCNEM (BRASIL, 1999) e dos PCNEM (BRASIL, 1999) e PCN+ (BRASIL, 2002).

Os processos seletivos das três Universidades são compostos por duas etapas. Porém, na UFMG e na USP apenas a prova de Física da Primeira Etapa é feita por todos os candidatos independentemente da área ou curso escolhido. No processo seletivo da Unicamp a Primeira Fase é composta por uma prova de conhecimentos gerais realizada por todos os candidatos. Na Segunda Fase, as provas são separadas por conteúdos, sendo que a prova de Física também é feita por todos os candidatos, independentemente do curso escolhido.

Por acreditarmos que aquelas provas que são feitas por todos os candidatos, independentemente do curso escolhido, permitem que seja dada às questões características mais gerais, envolvendo conhecimentos básicos, o que pode contribuir para a presença de uma abordagem mais contextualizada, conceitual e menos matematizada, todas as questões apresentadas referem-se a essas provas.

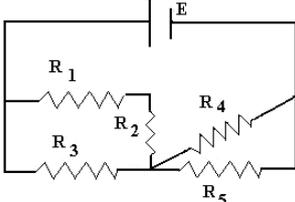
II.1 ANÁLISE DAS QUESTÕES DE CIRCUITOS ELÉTRICOS DA UFMG

Para o desenvolvimento dessa seção utilizamos todas as provas de vestibular desde 1970, quando se implantou o vestibular único, até a prova realizada em 2006. Além disso,

conversamos com vários professores que fizeram parte da Equipe de Elaboração das provas de Física ao longo dessas décadas. Contamos com a colaboração do professor Jésus de Oliveira, membro da Equipe de Elaboração por mais de três décadas (1960 a 1994); Beatriz Alvarenga, que participou da equipe desde a década de 50 até início da década de 90; Antônio Máximo, que participou da Equipe durante as décadas de 70, 80 e início da década de 90; e o professor Arjuna, que foi membro da Equipe no final da década de 80 e até meados da década de 90. Nessa parte do trabalho utilizamos entrevista livre-narrativa para que os professores tivessem maior liberdade de conversar.

Analisando as questões de circuitos elétricos das provas de vestibular da UFMG podemos dizer que essas passaram por, pelo menos, quatro momentos bem marcantes.

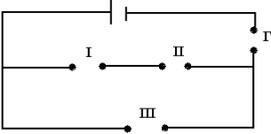
O primeiro deles com a implementação do vestibular único em 1970. Nessa época, a prova era feita em uma única etapa e, tentando atender àqueles alunos que pretendiam ingressar em cursos da área de exatas, o perfil apresentado pelas questões era conceitual quantitativo. Apesar de, no geral, poderem ser classificadas como conceituais, a maioria das questões envolvia cálculos diretos em circuitos com pouca valorização do conhecimento de conceitos. O item 07 a seguir ilustra essa forma de abordagem.

Item: 07	Instituição: UFMG	Questões: 22 e 23	Ano: 1973	Prova: rosa
<p>INSTRUÇÃO: As questões 22 e 23 referem-se ao enunciado abaixo. No circuito apresentado, a força eletromotriz da bateria é de $E = 3V$ e sua resistência interna é desprezível; os valores das resistências são: $R_1 = 10$ Ohms; $R_2 = 10$ Ohms; $R_3 = 20$ Ohms; $R_4 = 40$ Ohms; $R_5 = 40$ Ohms.</p>				
		<p>QUESTÃO 22: A corrente fornecida pela bateria é de :</p> <p>A) 0,05 A B) 0,075 A C) 3,75 A D) 0,10 A E) 0,375 A</p>		
		<p>QUESTÃO 23: A potência dissipada pela resistência R_4 é de :</p> <p>A) 0,56 W B) 0,40 W C) 0,056 W D) 0,10 W E) 1,00 W</p>		

Quanto à contextualização, até 1977 as questões apresentavam abordagem não contextualizada e, segundo nossos critérios, somente em 1978 começam a aparecer questões com essa forma de abordagem. Os circuitos eram representados sob forma de diagramas esquematizados, o que não correspondia à realidade dos circuitos simples que os alunos poderiam encontrar no seu dia-a-dia. Nas poucas questões que apresentavam lâmpadas em substituição aos resistores, a presença dessas não contribuía para uma abordagem contextualizada, uma vez que era dada grande ênfase a cálculos.

Como ilustração de questões dessa época, destacamos a questão apresentada no item 08, que se propunha a avaliar habilidades em associação de resistores e aparelhos de medida, bem como o reconhecimento e nomenclatura desses.

De acordo com o professor Jésus, esse tipo de abordagem se justificava pela influência do PSSC (Physical Science Study Committee) que, na época, gerou uma forte tendência de valorização do trabalho experimental. Assim, esperava-se que os alunos que entrassem na Universidade para fazer algum curso da área de Ciências Exatas ou Engenharias, em que o conhecimento de Física fosse indispensável, demonstrassem habilidades voltadas à Física experimental, embora essa prova fosse aplicada a candidatos de todas as áreas.

Item: 08	Instituição: UFMG	Questão: 31	Ano: 1970	Item: 16
<p>Para a medida de uma resistência de valor elevado, dispõe-se do circuito figurado abaixo, no qual podemos ligar nos pontos marcados I, II, III e IV, um amperímetro, um voltímetro, um fio de resistência desprezível e a resistência a medir. Como a resistência pode ser determinada pelo quociente da voltagem V pela corrente i, assinale qual o melhor conjunto de ligações para a realização desta medida.</p>				
		<p>(A) Em I o voltímetro; em II o amperímetro; em III a resistência; em IV o fio (B) Em I o voltímetro; em II a resistência; em III o fio; em IV o amperímetro (C) Em I a resistência; em II o amperímetro; em III o voltímetro; em IV o fio (D) Em I o fio; em II a resistência; em III o amperímetro; em IV o voltímetro (E) Em I a resistência; em II o amperímetro; em III o fio; em IV o voltímetro</p>		

Outra forma de abordagem percebida é a abordagem não conceitual, em que a solução do problema envolve apenas aplicação da equação matemática, não sendo valorizado o conhecimento de nenhum conceito. Atualmente, questões como essa ainda estão presentes em livros didáticos e vestibulares de algumas IES. O item 09 ilustra tal abordagem.

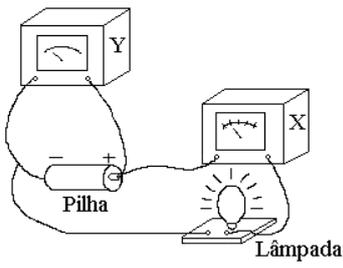
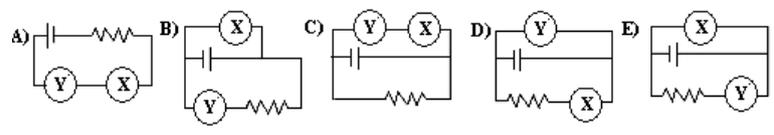
Item: 09	Instituição: UFMG	Questão: 33	Ano: 1970	
<p>Uma lâmpada de 60 watts e 120 volts está ligada em uma tomada de 120 volts. A corrente que passa pela lâmpada vale, em ampères:</p>				
(A) 2,0	(B) 0,50	(C) 7200	(D) 720	(E) 0,20

Posteriormente, com a implementação da segunda etapa em 1978, as provas da primeira etapa puderam avaliar conhecimentos mais básicos e passaram a apresentar abordagens mais conceituais qualitativas e semi-quantitativas. O número de questões da prova de Física diminuiu de 36 para 8 questões, passando para 12 questões no ano seguinte. Desse ano até o final da década de 80, as questões assumiram um perfil em que abordagens valorizando mais a compreensão de conceitos, menos matematizadas e contextualizadas já estavam presentes, mesmo não se falando em Reforma Educacional e PCNs. Isso se devia à própria postura assumida pela equipe de elaboração das provas de Física.

Do início da década de noventa e até quase a metade dela, as questões perdem o caráter assumido na década anterior e voltam a apresentar abordagens que tinham sido abandonadas. As questões conceituais qualitativas diminuem e voltam as abordagens conceituais quantitativas. Como mostra o item 10, podemos encontrar em 1991, mesmo que com certa contextualização, questões técnicas de conhecimento de montagem de circuito, associação de aparelhos de medida, reconhecimento e nomenclatura desses. Acharmos que esse tipo de questão é um retrocesso nas formas de abordagem e no perfil assumido pelas questões de circuitos elétricos da década de 80.

Questões não conceituais, de aplicação direta de equação matemática, também podem ser encontradas nesse período. O item 11 mostra uma questão que pode ser comparada ao item 03 apresentado anteriormente, que trata de uma questão de 1970.

Por último, a partir de 1995, as questões reassumem as abordagens mais conceituais qualitativas e semi-quantitativas e a contextualização se torna mais marcante. A partir de 1999, todas as questões apresentam essa forma de abordagem, como no item 12 em que mesmo as abordagens conceituais quantitativas se diferenciam daquelas apresentadas em outras décadas.

Item: 10	Instituição: UFMG	Questões: 36 e 37	Ano: 1991
INSTRUÇÃO: As questões 36 e 37 baseiam-se na figura que se segue.			
		<p>As leituras dos aparelhos x e y serão usadas para determinar a resistência da lâmpada.</p> <p>QUESTÃO Nº 36 O diagrama que melhor representa a situação mostrada na figura é</p>	
<p>QUESTÃO Nº 37</p> <p>Considerando as informações dadas, todas as afirmativas estão corretas, EXCETO</p> <p>A) X é um amperímetro e está em série com a lâmpada. B) X é um amperímetro, portanto, deve ter resistência interna pequena. C) X e a lâmpada podem ser trocados de posição, sem acarretar problemas. D) X e Y podem ser trocados de posição, sem acarretar problemas. E) Y é um voltímetro, portanto, deve ter resistência interna grande.</p>			

Item: 11	Instituição: UFMG	Questão: 35	Ano: 1993	Prova: B
A resistência de uma lâmpada acesa, de 120 W para 120 V em funcionamento normal vale				
A) 120Ω	B) 240Ω	C) 360Ω	D) 1,44X10 ³ Ω	E) 60Ω

Item: 12	Instituição: UFMG	Questão: 11	Ano: 2002
Devido ao racionamento de energia elétrica, Laila resolveu verificar o consumo dos aparelhos elétricos de sua casa. Observou, então, que a televisão consome energia elétrica mesmo quando não está sendo utilizada. Segundo o manual de utilização do aparelho, para mantê-lo em estado de prontidão (<i>standy-by</i>), ou seja, para poder ligá-lo usando o controle remoto, é necessária uma potência de 18 W.			
Assim sendo, o consumo mensal de energia elétrica dessa televisão, em estado de prontidão, equivale, aproximadamente , ao de uma lâmpada incandescente de 60W acesa durante			
A) 1 dia.	B) 3 dias.	C) 0,3 dias.	D) 9 dias.

Acreditamos que as mudanças notadas no perfil das provas, que prevalece até hoje, embora a equipe tenha mudado completamente, mais do que reflexo dos PCN's, são heranças das concepções de ensino de Física defendidas pelos membros da equipe de elaboração da década de 80.

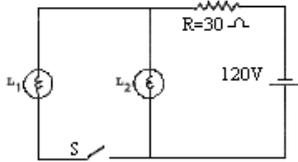
II.2 ANÁLISE DAS QUESTÕES DE CIRCUITOS ELÉTRICOS DA USP

O fato de termos acesso somente às provas de 1980, 1981 e de 1987 em diante, nos impede de fazer uma análise completa das questões de circuitos elétricos ao longo da década de 80, porém alguns pontos podem ser destacados. Observamos a presença de muitas questões conceituais quantitativas de cálculo de circuitos simples. As questões conceituais qualitativas estavam ausentes. Nesse período já existiam questões contextualizadas, inclusive, algumas apresentavam formas de abordagens comuns em vestibulares atuais, como a questão ilustrada no item 13.

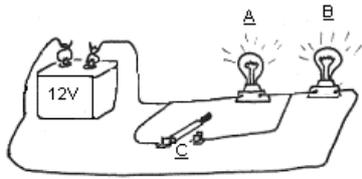
Item: 13	Instituição: USP	Questão: 65	Ano: 1980	
Um chuveiro elétrico, ligado em média uma hora por dia, gasta Cr\$ 180,00 de energia elétrica por mês. Se a tarifa cobrada é de Cr\$ 2,00 por quilowatt-hora, então a potência desse aparelho elétrico é:				
a) 90 W	b) 360 W	c) 2700 W	d) 3.000 W	e) 10.800 W

Ainda na década de 80 constatamos que em todos os circuitos elétricos os resistores eram representados por lâmpadas, porém, como destaca o item 14, em grande parte das

questões o enfoque maior era dado ao cálculo e não a situações que envolvessem aplicação dessa associação em uma situação do cotidiano.

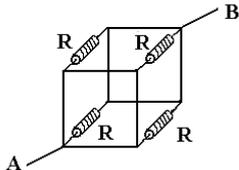
Item: 14	Instituição: USP	Questão: 21	Ano: 1988
			
<p>No circuito as lâmpadas L_1 e L_2 são idênticas. Com a chave S desligada, a corrente no circuito é de 1A. Qual a corrente que passa pelo resistor R ao ser ligada a chave S?</p> <p>a) 2A b) 1,6A c) 0,5A d) 1A e) 3A</p>			

A partir de 1990, podemos notar claramente mudanças nas formas de abordagens apresentadas até então. Além das questões conceituais quantitativas de cálculo de circuitos, aparecem questões semi-quantitativas como a questão de item 15, sem a exigência de cálculo e na qual o aluno resolve o problema estabelecendo relações entre as grandezas. Tal perfil de questão se mantém até 1994, mas, ainda nesse período, notamos que as questões contextualizadas são menos frequentes que anteriormente.

Item: 15	Instituição: USP	Questão: 30	Ano: 1991
<p>Duas lâmpadas iguais, de 12V cada uma, estão ligadas a uma bateria de 12V, como mostra a figura. Estando o interruptor <u>C</u> aberto, as lâmpadas acendem com intensidades iguais. Ao fechar o interruptor <u>C</u> observaremos que:</p>			
			
<p>a) <u>A</u> apaga e <u>B</u> brilha mais intensamente. b) <u>A</u> apaga e <u>B</u> mantém o brilho. c) <u>A</u> apaga e <u>B</u> apaga. d) <u>B</u> apaga e <u>A</u> brilha mais intensamente. e) <u>B</u> apaga e <u>A</u> mantém o brilho.</p>			

De 1995 a 1998, questões conceituais semi-quantitativas novamente deixam de existir e a ênfase volta a ser dada a questões conceituais quantitativas que pouco, ou em nada, diferem daquelas que compunham as provas da década de 80.

Apesar de esse ser o período correspondente ao período da promulgação da LDB, a presença de contextualização ainda é pequena e notamos um aumento no número de questões não conceituais como no item 16, em que um circuito elétrico se apresenta de forma complicada e abstrata.

Item: 16	Instituição: USP	Questão: 17	Ano: 1996
<p>Considere um circuito formado por 4 resistores iguais, interligados por fios perfeitamente condutores. Cada resistor tem a resistência R e ocupa umas das arestas de um cubo, como mostra a figura. Aplicando entre os pontos A e B uma diferença de potencial V, a corrente que circulará entre a e B valerá</p>			
<p>a) $4V/R$ b) $2V/R$ c) V/R d) $V/2R$ e) $V/4R$</p>			
			

A partir de 1999, com a LDB já promulgada e os PCNs divulgados, percebemos que a maioria das questões apresentam abordagem contextualizada mas estão centradas no cálculo de potência. Talvez isso se deva ao fato de que esse conteúdo é mais fácil de ser contextualizado.

Quanto à conceitualização, as questões conceituais qualitativas estão praticamente ausentes. Desde então, as questões têm se concentrado em uma abordagem conceitual quantitativa que exigem, em sua maioria, cálculos. Ainda notamos a presença de questões não

conceituais apresentando circuitos complicados, que exigem interpretação minuciosa, como a questão apresentada no item 17.

Item: 17	Instituição: USP	Questão: 57	Ano: 2001
Dispondo de pedaços de fios e 3 resistores de mesma resistência, foram montadas as conexões apresentadas abaixo. Dentre essas, aquela que apresenta a maior resistência elétrica entre seus terminais é:			

Na última década, que engloba um período próximo à promulgação da nova LDB e o período após a implementação tanto dos PCNEM quanto dos PCN+, não percebemos indícios de adequação à proposta para o novo ensino de Física. A única mudança evidente que podemos destacar é quanto à contextualização, porém, em algumas questões essa abordagem ainda é pouco marcante, não sendo o ponto central da questão, como ilustra o item 18.

Item: 18	Instituição: USP	Questão: 48	Ano: 2000
Um certo tipo de lâmpada incandescente comum, de potência nominal 170W e tensão nominal 130V, apresenta a relação da corrente (I), em função da tensão (V), indicada no gráfico abaixo. Suponha que duas lâmpadas (A e B), desse mesmo tipo, foram utilizadas, cada uma, durante 1 hora, sendo			
<p>A – em uma rede elétrica de 130V B – em uma rede elétrica de 100V</p> <p>Ao final desse tempo, a diferença entre o consumo de energia elétrica das duas lâmpadas, em watt.hora (Wh), foi aproximadamente de :</p> <p>a) 0Wh b) 10 Wh c) 40 Wh d) 50 Wh e) 70 Wh</p>			

II.3 ANÁLISE DAS QUESTÕES DE CIRCUITOS ELÉTRICOS DA UNICAMP

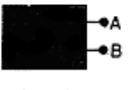
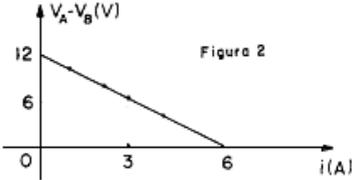
Até 1987 as provas do vestibular da Unicamp eram elaboradas pela Fuvest (Fundação Universitária para o Vestibular), assim as provas de 1980 e 1981 são comuns às da USP. Portanto as provas de vestibular elaboradas pela Unicamp, às quais tivemos acesso, são de 1987 até o vestibular realizado em 2005.

Analisando as questões dessa instituição no período correspondente às provas da década de 80 as quais tivemos acesso, percebemos uma grande concentração de questões apresentando abordagens conceituais quantitativas ou abordagens não conceituais. Até 1989, questões apresentando abordagens conceituais qualitativas ou semi-quantitativas e, ainda, a contextualização eram praticamente inexistentes. A única questão apresentando abordagem contextualizada, ilustrada no item 19, a seguir, pode ser classificada como não conceitual, uma vez que é dada ênfase à aplicação de equação e a cálculos.

Item: 19	Instituição: Unicamp	Questão: 10	Ano: 1988	Prova: 2ª fase
Um chuveiro elétrico opera a uma tensão de 220V e consome 2200W.				
<p>a) qual é a resistência elétrica deste chuveiro?</p> <p>b) Imaginando que você utilize este chuveiro para tomar banho com água à temperatura de 37°C e que a temperatura ambiente da água é 27°C, calcule a vazão da água, em litros por segundo, que você deve exigir deste</p> <p>Dado: calor específico da água $\cong 4,2 \text{ J/(g}^\circ\text{C)}$</p>				

Um outro ponto a ser destacado é que, principalmente, as questões não conceituais muitas vezes exigem um conhecimento técnico ou um conhecimento físico mais aprofundado.

O item 20 ilustra uma dessas questões que exige interpretação gráfica e um conhecimento que acreditamos ser mais técnico do que físico.

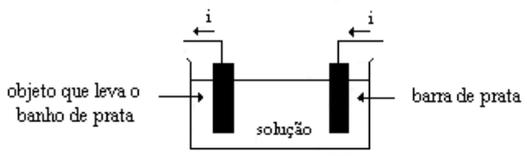
Item: 20	Instituição: Unicamp	Questão: 15	Ano: 1988	Prova: 2ª fase
 				
<p>Numa remessa de materiais importados há uma “caixa preta” contendo um circuito elétrico desconhecido. Por meio de um conjunto de medida da corrente i, “puxada” da caixa, e da correspondente diferença de potencial $V_A - V_B$ entre os terminais A e B (figura 1), levantou-se a curva característica mostrada na figura 2</p> <p>Proponha um circuito elétrico que seja equivalente àquele da “caixa preta” e identifique seus componentes.</p>				

De 1990 a 1996, surgem poucas questões apresentando abordagem conceitual qualitativa. Percebemos um aumento expressivo de questões não conceituais como mostra o item 21, a ênfase está apenas no raciocínio matemático.

Item: 21	Instituição: Unicamp	Questão: 1	Ano: 1994	Prova: 2ª fase
<p>Sabe-se que a resistência elétrica de um fio cilíndrico é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à área de sua seção reta.</p> <p>a) O que acontece com a resistência do fio quando triplicamos o seu comprimento? b) O que acontece com a resistência do fio quando duplicamos o seu raio?</p>				

De 1996, quando foi promulgada a LDB, até 2005, quando já existiam os PCNEM e PCN+, notamos mudanças significativas quanto às formas de contextualização.

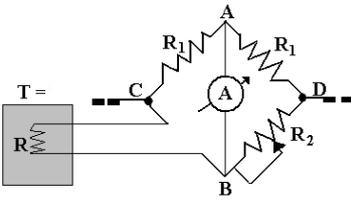
Além disso, foi possível encontrar uma questão com abordagem interdisciplinar na qual informações a respeito de um procedimento químico, realizado para se dar um banho de prata em objetos, é utilizado como forma complementar à questão de Física. Essa forma de abordagem, apresentada no item 22, não foi encontrada em provas da UFMG e nem da USP.

Item: 22	Instituição: Unicamp	Ano: 1997	Questão: 10	Prova: 2ª etapa
<p>A figura abaixo mostra como se pode dar um banho de prata em objetos, como por exemplo em talheres. O dispositivo consiste de uma barra de prata e do objeto que se quer banhar imersos em uma solução condutora de eletricidade. Considere que uma corrente de 6,0A passa pelo circuito e que cada Coulomb de carga transporta aproximadamente 1,1mg de prata.</p>  <p>a) Calcule a carga que passa nos eletrodos em uma hora. b) Determine quantos gramas de prata são depositados sobre o objeto da figura em um banho de 20 minutos.</p>				

Assim como na USP, na Unicamp também foi possível perceber, ao mesmo tempo, um aumento no número de questões contextualizadas e de cálculo de potência. Talvez possamos utilizar o mesmo argumento que anteriormente, quando discutimos as questões da USP e afirmamos que isso se deve ao fato de questões envolvendo esse conteúdo serem mais fáceis de serem inseridos em um contexto do cotidiano.

Com relação às formas de abordagem conceituais, encontramos questões não conceituais, como a apresentada no item a seguir. Nessa questão a representação do circuito é complexa, exige uma interpretação mais elaborada e a resolução se resume em aplicação de uma fórmula e solução de um sistema de equações.

Item: 22	Instituição: Unicamp	Questão: 9	Ano: 2004	Prova: 2ª fase
----------	----------------------	------------	-----------	----------------



The diagram shows a circuit for measuring temperature. A resistor R is connected to a network of resistors R_1 and R_2 . An ammeter A is placed in the middle branch between points A and B . Points C and D are marked on the circuit branches.

A variação de uma resistência elétrica com a temperatura pode ser utilizada para medir a temperatura de um corpo. Considere uma resistência R que varia com a temperatura T de acordo com a expressão

$$R = R_0 (1 + \alpha T)$$

onde $R_0 = 100\Omega$, $\alpha = 4 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e T é dado em graus Celsius. Essa resistência está em equilíbrio térmico com o corpo, cuja temperatura T deseja se conhecer. Para medir o valor de R ajusta-se a resistência R_2 , indicada no circuito abaixo, até que a corrente medida pelo amperímetro no trecho AB seja nula.

a) Qual a temperatura T do corpo quando a resistência R_2 for igual a 108Ω ?

b) A corrente através da resistência R é igual a $5,0 \times 10^{-3}$ A. Qual a diferença de potencial entre os pontos C e D indicados na figura?

Podemos dizer que, no geral, desde a promulgação da LDB em 1996 até vestibular 2005, não é possível perceber mudanças nas formas de abordagem apresentadas nas questões de circuitos elétricos da Unicamp quanto à valorização do conhecimento e da compreensão de conceitos físicos. Ao contrário, percebemos, a partir de 2001, maior ênfase sendo dada a questões conceituais quantitativas e, ainda, o aparecimento de questões não conceituais. Assim como nas questões da USP, apenas a contextualização está mais presente nesse período, porém, nessas questões o foco tem sido, muitas vezes, a demonstração de habilidades matemáticas.

CONCLUSÃO

O modelo de classificação aqui apresentado não é um modelo fechado podendo ser estendido à análise de questões de Física envolvendo outros conteúdos curriculares. Além disso, não deve se limitar à análise de questões presentes apenas em provas de vestibular, mas envolver outros meios como, por exemplo, em livros didáticos.

A partir das análises das questões de circuitos elétricos das três Universidades foi possível concluir que as provas da UFMG estão mais próximas do que está disposto na LDB e PCNs. Por ser uma prova que é feita por todos os candidatos, independentemente do curso escolhido, só exige daqueles alunos que são candidatos a cursos que não são da área de exatas, conhecimentos básicos. As questões da Unicamp ainda estão distantes de contribuir para uma formação de caráter geral, exigindo conhecimentos mais aprofundados, centrando suas questões em abordagens conceituais quantitativas em que a ênfase matemática costuma ser grande. Quanto à contextualização, as três Universidades valorizam, em diferentes níveis, essa forma de abordagem. Podemos destacar as questões da Unicamp, que apresentam situações muito interessantes ligadas ao cotidiano dos alunos – envolvendo, por exemplo, o funcionamento de aparelhos elétricos e circuitos residenciais – e as questões da UFMG que apresenta outras formas de contextualização.

Uma vez que se tratam de instituições tradicionais e que podem influenciar o ensino de Física desenvolvido no Ensino Médio, acreditamos que o perfil apresentado pelas questões da USP e Unicamp já contribuem para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa no momento em que começam a valorizar formas de contextualização do conteúdo de Física. Porém, ainda contribuem pouco para o desenvolvimento e a compreensão de conceitos por valorizarem mais abordagens conceituais quantitativas ou não conceituais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais¹: Ensino Médio. Brasília: Ministério da educação, 1999. 360p.

¹ Este documento compreende, além das orientações para o Ensino Médio, a LDB (pp.39–58) e as DCNEM (pp.59–118).

- _____. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: 2002. 144p.
- _____. Parâmetros Curriculares Nacionais em Debate (PCN 2005). Ensino Médio. Brasília: Ministério da educação, 2005 (s.n.t.)
- Comissão permanente para o vestibular Unicamp. 15 anos de vestibular unicamp: física. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2000. – (coletânea)
- FERNANDES, Simone A. O Ensino de Física no novo Ensino Médio e os Processos Seletivos para o Ensino Superior, 2004. 147p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais)
- MENEZES, L.C. Uma Física para o novo ensino médio. Física na Escola. v.1, n.1, pp.6-8, 2000.
- PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE. Física. Tradução por Heitor G. de Souza [et al.]. São Paulo; EDART, 1963.67p.
- Endereços Eletrônicos
- <www.ufmg.br/copeve/provas>. Acesso: Julho de 2004
- <<http://www.fuvest.br/vest2003/provas/provas.stm>> . Acesso: Junho de 2003