

Licenciatura Noturna de Física  
Instituto de Física  
UFRJ

**PROJETO DE INSTRUMENTAÇÃO DE FINAL DE  
CURSO**

**A MATEMATIZAÇÃO DO ENSINO DE  
FÍSICA**

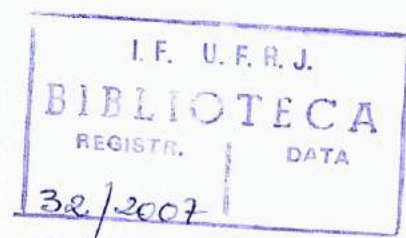
**Aluno: Marcos Coutinho Leônidas  
Orientadora: Deise Miranda Vianna**

**Banca: Deise Miranda Vianna  
João José Fernandes de Souza  
Francisco Artur B. Chaves**

**Suplente: Vitorvani Soares**

Junho 2007

32/2007



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a todos os amigos e parentes que me incentivaram nos momentos de desânimo.

Aos colegas de trabalho que me auxiliaram com o suporte de informática, no momento da redação do trabalho.

À estimada Prof.<sup>a</sup> de Cálculo Selene Alves Maia, pelos inúmeros fins de semana dedicados aos alunos.

Agradeço à minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Deise Miranda Vianna.

Aos meus amigos de graduação, em especial Ricardo, Elismar e Valdeci, pela ajuda na longa caminhada.

**DEDICO ESTE TRABALHO:**

**Aos meus pais Gesualdo e Marta pela educação recebida,  
Aos meus irmãos Marcelo, Luciana e Marcele pelo carinho e compreensão,  
Ao meu irmão de coração Luis Mário, pelo exemplo de superação,  
À minha dedicada companheira Rosângela, pelo amor recebido,  
Aos meus filhos e enteados - Leandro, Tamires, Levi e Matheus - que  
certamente iluminam meu caminho todos os dias.**

**“O tempo não para”  
Cazuza**



## RESUMO

O objetivo de nosso trabalho é verificar o grau de matematização do ensino de Física presente nos exames de acesso de duas instituições de ensino superior. Para isso analisaram-se as provas da primeira fase dos exames de 2004 e 2005, das Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal Fluminense.

Busca-se ainda, analisar o grau de contextualização e interdisciplinaridade presente nas questões dos exames vestibulares, uma vez que esses tópicos se encontram no centro da reforma do novo ensino médio.

Este trabalho se justifica, devido aos exames serem apresentados de forma matematizada e descontextualizada. Com isso, o ensino médio<sup>1</sup> se torna refém desta forma de ensino, não atendendo às novas propostas presentes nos PCNs.

Para iniciar o presente trabalho, foi elaborado um questionário destinado a professores do ensino médio da rede estadual, com o objetivo de coletar informações, por exemplo, sobre a dificuldade apresentada pelos alunos na base matemática, a avaliação realizada pelos professores e a utilização de livro didáticos em sala de aula.

O questionário foi apresentado a dez professores individualmente, sendo cinco professores do município do Rio de Janeiro e cinco professores do município de Angra dos Reis. As respostas foram obtidas através de gravação (em áudio), ou grafia do próprio professor.

Analisaram-se, ainda, os livros didáticos utilizados pelos professores, sendo observados os critérios com relação à contextualização, interdisciplinaridade e História da Ciência.

Com base nesta pesquisa, foi realizada a análise dos exames vestibulares, somente em questões sobre Leis de Newton e Circuito Elétrico, pois foram estas que mais se encontraram presentes nos exames de 2004 e 2005.

Na parte final do trabalho, foi realizada a conclusão da coleta e análise dos dados, tendo como base a matematização, contextualização e interdisciplinaridade presente nos exames.

---

<sup>1</sup> Adotaremos a notação utilizada nos Parâmetros Curriculares Nacionais.



## SUMARIO

	p.
1 – Introdução	1
2 – Objetivo	3
3 – Justificativa	4
4 – Referenciais Teóricos	6
5 – Metodologia	12
5.1 – Questionário	13
5.2 – Livros Didáticos	13
5.3 – Exames Vestibulares	14
6 – Coleta de Dados	16
6.1 – Questionário	16
6.2 – Respostas dos professores	17
7 – Análise dos Dados Obtidos	24
7.1 – Do Questionário	24
7.2 – Dos Livros Didáticos	26
7.3 – Dos Exames Vestibulares	39
8 – Conclusão	53
9 – Bibliografia	57

## 1 – INTRODUÇÃO

O exame vestibular é um processo de seleção para acesso a instituições de ensino superior, que data do início do século passado. Porém, assim como o processo educacional, o exame vem sofrendo modificações ao longo dos anos. Durante um período, até meados da década de 80, o exame vestibular no Estado do Rio de Janeiro era chamado de unificado, onde a Fundação Cesgranrio elaborava uma única prova para o acesso às maiores universidades do Estado.

Contudo, a partir desta data, as instituições passaram a elaborar seus próprios exames de forma autônoma e independente, tendo inclusive o cuidado de não realizarem as provas no mesmo dia, para que o aluno pudesse prestar exame para todas as universidades que desejasse.

Dentre estas universidades se encontram: a Universidade Federal do Rio de Janeiro, que elabora sua prova integralmente discursiva, e a Universidade Federal Fluminense, que elabora a 1ª fase de seu exame com questões objetivas, e a 2ª fase, chamada de específica, com questões discursivas.

O vestibular é um processo de seleção que está longe de possuir unanimidade. Ao contrário, divide opiniões de vestibulandos e educadores, se realmente é a melhor maneira de acesso ao ensino superior. O fato é que, ao longo dos anos, os exames se tornaram cada vez mais concorridos, fazendo surgir dezenas, talvez centenas de cursos preparatórios. A maioria se encontra na rede privada, contudo existem hoje entidades não governamentais que promovem este tipo de preparação para as classes menos favorecidas, onde podemos citar o Movimento dos Sem Universidades (MSU) e Educação e Cidadania para Afro-descendentes e Carentes (EDUCAFRO).

Outro tópico polêmico atualmente nos exames de acesso às instituições públicas de ensino superior é o chamado sistema de cotas, onde as universidades reservam um percentual de vagas para alunos oriundos do ensino médio da rede pública, para negros e para afro-descendentes.

No meio de toda esta discussão se encontra o ensino médio, que, a partir da promulgação da LDB 9394/96, passou a ser etapa final do ciclo básico, estando a contextualização e a interdisciplinaridade no cerne da reforma do novo ensino médio, tendo o objetivo de promover no ensino médio competências e habilidades a serem utilizadas no dia a dia pelos alunos, mas não somente pelos os alunos que



prossigam o estudo, como principalmente por aqueles que não irão sentar mais num banco escolar.

Os exames vestibulares portanto devem se reorientar por esta nova proposta, pois são instrumentos de influência para o ensino médio. E uma análise nas questões dos vestibulares pode trazer uma importante pista para saber qual caminho cada instituição está trilhando.

Diante da enorme relevância que os exames vestibulares possuem no meio escolar, eles se tornaram fonte de análise para este trabalho. Como foi citado anteriormente, neste trabalho será analisado o grau de matematização encontrada nas questões de Física, envolvendo os conteúdos sobre Circuito Elétrico e Leis de Newton, presente nos exames vestibulares da Universidade Federal Fluminense e da Universidade Federal do Rio de Janeiro nos anos de 2004 e 2005. Para coleta de dados elaboramos um questionário para ser respondido por dez professores da rede estadual de ensino, objetivando a coleta de dados sobre o grau de conhecimento dos alunos em Matemática e se há utilização ou não de livros didáticos.

Nos livros utilizados pelos professores serão analisadas as presenças ou ausências da História da Ciência, da contextualização e da interdisciplinaridade.



## 2 - OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é verificar o grau de matematização das questões de Física presente nos exames de acesso a duas Instituições Federais de Ensino Superior-- Universidade Federal Fluminense (UFF) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)-- nos anos de 2004 e 2005.

Será considerada como definição de matematização a citação utilizada por Fernandes e Moreira:

"O critério mais utilizado para avaliar o domínio da matéria é o desempenho na resolução de problemas quantitativos padronizados. Esse tipo de problema dependente exclusivamente de fórmulas decoradas, não exige habilidades em raciocinar para aplicar conceitos e princípios físicos de acordo com a situação" (Fernandes e Moreira, 2004, p.04).

Objetiva-se, ainda, analisar o grau de contextualização e interdisciplinaridade presentes nos exames, considerando a nova proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio –PCNEM do MEC-(Brasil, 1999), segundo a qual o ensino deixa de ser centrado no conhecimento e passa a ser orientado pela construção de competências e habilidades, sendo a contextualização e a interdisciplinaridade os seus principais pilares.

### 3 - JUSTIFICATIVA

O ensino médio vem passando por uma série de reformulações nesta última década. Este processo se iniciou com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996, que estabeleceu como etapa conclusiva da educação básica de toda população estudantil, modificando a proposta anterior, que o considerava como “somente uma preparação para outra etapa escolar ou para o exercício profissional” (BRASIL, 2002, p.08).

Com a finalidade de auxiliar a implantação LDBEN, foram elaboradas, em 1998, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino Médio (DECNEM), que é um documento que possui força de lei; em 1999 os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino Médio (PCNEM); e, posteriormente, em 2002, os PCN+, que complementam os PCNEM, que buscam “entre seus objetivos centrais, facilitar a organização do trabalho da escola, em termos dessa área de conhecimento” (BRASIL, 2002, p.07).

Desde então, a escola tem diante de si uma nova proposta para o “novo ensino médio”, ou seja, a preocupação em inserir seu aluno no mundo globalizado, em profundas mudanças econômicas, sociais e culturais.

O ensino de Física se encontra dentro desse contexto, sendo uma das diretrizes apresentadas pelo PCN+ para o ensino de Física:

“Construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade” (BRASIL, 2002 p.59).

Portanto o ensino de Física busca uma nova proposta, não enfatizando mais o formato de ensino através de resolução de exercícios padronizados e memorização de fórmulas matemáticas.

Porém, muitas escolas de ensino médio, sejam públicas ou privadas, estão longe de atender a essa nova diretriz. Continuam a reproduzir, no seu currículo escolar, um ensino de Física de forma matematizada, pois sofrem grande influência dos exames vestibulares, em que a matematização ainda se encontra muito presente.



A escolha, para análise, dos exames vestibulares da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade Federal Fluminense se deve ao fato de serem instituições públicas de grande porte, situadas em grandes metrópoles, que, por oferecem cursos gratuitos, atraem para seus vestibulares estudantes não somente do estado do Rio de Janeiro, mas de todo o país. São assim uma boa fonte para análise.



## 4 - REFERENCIAIS TEÓRICOS

“O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através de problemas e da linguagem matemática” (BRASIL, 2002, p.84).

No próprio texto do PCN, é admitido que a matematização se encontra no centro da questão do ensino de Física. Entretanto, reconhece-se que, sem um bom embasamento matemático não se consegue um bom aprendizado de Física. Segundo Pietrocola,

“Professores de todos os níveis não tem dúvidas de que, sem conhecimentos em Matemática, não é possível exercer boa Física” (Pietrocola, 2002, p.95)

O desafio se faz: como se deve apresentar a Física no ensino médio para que o aluno se torne estimulado? De acordo com Pietrocola,

“É preciso encontrar formas de mostrar qual o papel desempenhado pela Matemática na aprendizagem de Física” (Pietrocola, 2002, p.95)

Os alunos em sua grande maioria se preocupam em decorar fórmulas, muitas das vezes fazendo uso de paródias e macetes, esquecendo-se da importância da aprendizagem dos conceitos nos temas ou tópicos apresentados. Na verdade, o principal objetivo do aluno é obter um bom resultado de avaliação.

Contudo esta diretriz apresentada no ensino médio, em muitos casos, é um reflexo dos exames de acesso aos vestibulares, pois as escolas, sejam públicas ou privadas, tomam como referência os exames de anos anteriores. Devido à apresentação de questões de forma matematizada, o aprendizado de Física, a partir da influência desses exames, corre o risco de dar muita ênfase a essa matematização. Uma citação de Pietrocola reforça este pensamento.

“As atividades escolares acabam por se restringir às aplicações de formalismos matemáticos e aos exercícios numéricos extraídos das teorias. Os exames vestibulares contribuem com este quadro,

reforçando a imagem da Física como sinônimo de um operacionalismo matemático” (Pietrocola, 2002, p.96).

Assim como Pietrocola, outros pesquisadores compartilham com essa visão. Segundo Fernandes e Moreira,

“O conteúdo trabalhado de maneira tradicional encontra-se ainda preocupado com o ensino de leis e fórmulas matemáticas, priorizando a memorização e o treino através de exercícios repetitivos que só contribuem para a desvinculação com o “mundo real” no qual o aluno está inserido. Essa postura, muitas das vezes visando o vestibular, acaba por tornar o conhecimento de Física sem significado para aqueles que o aprendem” (Fernandes e Moreira, 2004, p.04).

Na redação dos PCN+ encontramos outra citação sobre este tema, observando que é um obstáculo a ser superado.

“A tradição estritamente disciplinar do ensino médio, de transmissão de informações desprovidas de contexto, de resolução de exercícios padronizados, heranças do ensino conduzido em função de exames de ingresso à educação superior” (BRASIL, 2002, p.10).

Em um outro capítulo do PCN+, cita-se novamente a linguagem matematizada. Contudo, sugere-se uma reformulação. Observe:

“O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística” (BRASIL, 2002, p.84).



“O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média” (BRASIL, 2002, p.60).

A comunidade educacional, portanto, enfrenta um imenso desafio: elaborar propostas e transformações que reorientem o ensino médio, sendo a contextualização e a interdisciplinaridade os eixos norteadores da construção do currículo escolar, ao lado de suas competências de comunicar e representar; investigar e compreender.

No entanto, deve-se estar atento e possuir o cuidado necessário ao se reorientar o currículo escolar. Vejamos o que o LDBEM nos diz a respeito da contextualização e interdisciplinaridade:

“A interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista. Em suma, a interdisciplinaridade tem uma função instrumental. Trata-se de recorrer a um saber diretamente útil e utilizável para responder às questões e aos problemas sociais contemporâneos” (BRASIL, 1999, p.34).

“É possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente. É preciso, no entanto, cuidar para que essa generalização não induza à banalização, com o risco de perder o essencial da aprendizagem escolar que é seu caráter sistemático, consciente e deliberado. Em outras palavras: contextualizar os conteúdos escolares não é liberá-los do plano abstrato da transposição didática para aprisioná-los no espontaneísmo e na cotidianidade” (BRASIL, 1999, p.94).



Estando o ensino de Física inserido neste contexto educacional, é necessário redirecioná-lo, modificando o projeto pedagógico da escola, de modo que o aluno possa compreender os fenômenos naturais e tecnológicos presentes no cotidiano ou no universo distante, a partir de princípios, leis e modelos construídos.

Seguindo a orientação do PCN+, algumas propostas pedagógicas inovadoras foram desenvolvidas. Um trabalho que merece ser citado foi realizado no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física, da Universidade de São Paulo, propondo uma mudança na prática em sala de aula no ensino médio, através de experiências investigativas de Física. Esse trabalho tinha como objetivo verificar a mudança de qualidade do aprendizado dos alunos, incluindo a mudança de atitudes destes diante do ensino de Física. Uma citação de Carvalho deixa bem clara essa proposta.

“Nosso ensino pretende introduzir os estudantes em uma nova linguagem, a linguagem científica escolar, apreciando sua importância para dar novo sentido às coisas que acontecem ao seu redor, entrando em um mundo simbólico que representa o mundo real”

(Carvalho, 2002, p.61).

Todavia, mesmo novas propostas sendo desenvolvidas e aplicadas, ainda existem barreiras a serem superadas. Uma dificuldade encontrada para implantação dos PCNs diz respeito aos livros didáticos. Ainda existe uma carência de livros didáticos que estejam de acordo com as novas propostas. Muitas obras são apresentadas ainda com seu conteúdo estritamente quantificado. A Secretaria de Educação do Paraná possui uma interessante citação sobre este assunto.

“Os livros didáticos, de uma maneira geral, apresentam um discurso que mostra uma preocupação com a Física como uma ciência que permite compreender uma imensidade de fenômenos físicos naturais, que seriam indispensáveis para a formação profissional ou como subsídio para a preparação para o vestibular e a compreensão e interpretação do mundo pelos sujeitos alunos. No entanto, neles a ênfase recai nos aspectos quantitativos em detrimento dos qualitativos e conceituais, privilegiando a resolução de problemas de Física que, quase sempre, se traduzem em exercícios matemáticos com respostas



prontas. Esse discurso tem norteado o trabalho de muitos professores e, mais que isso, as estruturas curriculares por eles organizadas” (PARANÁ/SEED, 2005, p.01).

Em outro texto, relatando uma pesquisa sobre a dificuldade de implantação dos PCNs em uma escola de ensino médio no Paraná, Ricardo faz outra citação relevante sobre este tema. Vejamos o que ele diz:

“A falta de livros didáticos que estejam em uma perspectiva próxima dos PCNs é entendida como um entrave, pois os professores ainda se sentem muito presos aos livros didáticos e alegam que, embora alguns autores afirmem estar de acordo com os Parâmetros, as mudanças foram pequenas e não atendem às necessidades de sala de aula” (Ricardo, 2002, p.364).

Se por um lado a matematização abordada no ensino de Física do ensino médio traz seus malefícios, por um outro lado, a matematização em alguns casos se fez necessária, conforme diz Silva e Pietrocola, na conclusão de um trabalho de pesquisa sobre o papel estruturante da Matemática na teoria eletromagnética,

“A matematização não é uma mera tradução da teoria para a linguagem matemática: a matematização é uma etapa integrante do processo de construção da teoria”,

“As vantagens da matematização não se limitam à máxima precisão. Ela aumenta a potência dedutiva da teoria (ou seja, a capacidade de deduzir novos enunciados); permite constatações empíricas mais finas; facilita a identificação de defeitos e inconsistências e a comparação da teoria com outras rivais” (Silva e Pietrocola, 2003).

Certamente, a Matemática pode ser apresentada no ensino médio como ferramenta básica para o ensino de Física e fator estruturante para desenvolvimento de teorias físicas. Ou, como descreve Pietrocola, poderíamos dizer que é a “linguagem para estrutura do nosso pensamento”. Entretanto, foge do escopo deste trabalho monográfico, direcionar a forma como deve ser apresentado ao aluno.

Importa-nos, no momento, somente analisar como a Física é encontrada nos exames vestibulares aqui avaliados.



## 5 - METODOLOGIA

Este trabalho monográfico é apresentado em três etapas. Na primeira etapa, elaborou-se um questionário, tendo objetivo a coleta de dados com professores de Física do ensino médio, na intenção de verificar entre outros pontos: se existe e qual livro didático está sendo adotado; se os alunos apresentam dificuldade na base matemática; se a História da Ciência está presente na aula do professor; como é realizada a avaliação do professor?

Na segunda etapa do trabalho, analisam-se os conteúdos dos livros didáticos, mencionados pelos professores, observando o grau de matematização, contextualização, interdisciplinaridades presente nos mesmos.

Na terceira etapa, verificam-se as questões dos exames vestibulares nos anos de 2004 e 2005 da Universidade do Rio de Janeiro e da Universidade Federal Fluminense. Para a análise das questões procuramos verificar o formato encontrado em cada uma delas. Consideramos qualitativa a questão com ênfase conceitual, e quantitativa a questão com ênfase no desenvolvimento de cálculo matemático.

Para melhor entendimento usaremos a citação de Fernandes e Moreira:

“Será considerada uma questão conceitual aquela que abordar ou exigir do aluno o conhecimento e a compreensão de conceitos fundamentais de Física. São questões que exigem apenas raciocínio qualitativo, ou seja, por mais que o aluno conheça a equação matemática, o problema exige, apenas clareza da relação entre as grandezas ali envolvidas” (Fernandes e Moreira, 2004, p.07).

“As questões matematizadas são aquelas que valorizam o formalismo matemático”.

“Trata-se de problemas numéricos, com ênfase quantitativa, onde o aluno busca apenas um resultado, sem a necessidade de interpretação deste. Exige do aluno o conhecimento da equação matemática e posterior aplicação dessa na resolução do problema”

(Fernandes e Moreira, 2004, p.07).

Todavia, são analisadas somente as questões referentes aos conteúdos de Circuito Elétrico e Leis de Newton, tendo em vista que estes tópicos constituíam grande parte das questões. Além disso, a análise de todas as questões tornaria o trabalho muito extenso.

### **5.1 - O QUESTIONÁRIO**

O questionário segundo Lüdke e André, "não permite interação, estabelece uma reação hierárquica entre o pesquisador e o pesquisado, permite uma coleta de dados mais superficial" (Lüdke e André, 1986, p.33-34).

No presente trabalho, o questionário foi respondido por dez professores do ensino médio: cinco professores do município de Angra dos Reis e cinco do município do Rio de Janeiro.

Os cinco professores da rede estadual que lecionam no município do Rio de Janeiro ministram suas aulas no horário diurno, em uma escola da rede Faetec, que vem a ser Fundação de Apoio a Escola Técnica. Os cinco professores do município de Angra dos Reis lecionam em três colégios da rede estadual, sendo um professor no horário diurno e quatro no horário noturno.

O questionário foi apresentado individualmente a cada professor, sendo facultada, ao mesmo, a resposta em forma escrita ou em forma de gravação (em áudio). Desta forma, o referido questionário se torna uma entrevista estruturada. Segundo Lüdke e André (1986, p.34), ele "visa à obtenção de resultados uniformes entre os entrevistados, permitindo assim uma comparação imediata". Neste caso, o entrevistador teve o cuidado de somente reproduzir as perguntas do questionário, na mesma ordem e com as mesmas palavras dos entrevistados.

No capítulo 6, encontra-se o questionário como foi apresentado aos professores e, logo após, as respostas de cada professor.

### **5.2 - OS LIVROS DIDÁTICOS**

Não são raras as unidades escolares que fazem uso dos livros didáticos para auxiliarem o ensino de Física. Esse fato torna necessária a análise desse material para a realização do referido trabalho.

A matematização será verificada através dos exercícios propostos e resolvidos e nos exemplos dos livros, sendo usados como critérios: a existência ou



não de contextualização e interdisciplinaridade, que são os pontos norteadores da nova proposta para o ensino médio.

Outros pontos importantes a serem avaliados no conteúdo do livro serão: a presença da História da Ciência apresentado nos tópicos e a proposta de realização de experiências simples pelos alunos, pois é, no entender da maioria dos professores, um importante recurso para a compreensão dos conceitos físicos.

### **5.3 - OS EXAMES VESTIBULARES**

O Estado do Rio de Janeiro possui cinco instituições federais de nível superior, sendo a Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade Federal Fluminense as duas com maiores números de alunos. Estas são instituições de grande porte, em que os seus exames de acesso se encontram entre os mais concorridos do país. As provas dos vestibulares dessas instituições são exaustivamente comentadas e debatidas, seja na rede de ensino regular, seja no chamado curso pré-vestibular. Ditam, portanto, tendência e exercem forte influência no ensino médio, tornando-se um foco relevante para a análise do grau de matematização, contextualização e interdisciplinaridade.

Serão analisadas as questões sobre circuito elétrico e Leis de Newton dos vestibulares, de 2004 e de 2005. No exame de acesso à Universidade Federal Fluminense, será analisada a prova de primeira fase, em que somente há questões objetivas que foram aplicadas a todos os vestibulandos.

Já o exame de acesso à Universidade Federal do Rio de Janeiro somente possui questões dissertativas em que o vestibulando realiza a prova em dois dias diferentes. No primeiro dia, são aplicadas as provas das disciplinas chamadas não específicas, e, no segundo dia, são aplicadas as provas das disciplinas específicas. Para melhor conhecimento sobre o assunto, vale destacar que a área de humanas possui as provas de Física e Matemática como não específica e a área de exatas possui as provas de Geografia e História.

No caso do trabalho em voga, analisaram-se as questões de circuito elétrico e Leis de Newton da prova de Física não específica.

É importante ressaltar, que estas duas instituições também pertencem ao consórcio CEDERJ (Centro de Educação Superior do Estado do Rio de Janeiro), que vem a ser uma graduação de ensino superior não-presencial, com pólos de

ensino fora do município do Rio de Janeiro. Essa instituição possui seu exame vestibular independente e se encontra fora do escopo deste trabalho.



## 6 - COLETA DE DADOS

### 6.1 – QUESTIONÁRIO APRESENTADO AOS PROFESSORES

- a- Qual a formação do Senhor(a)?
- b- O Senhor(a) adota algum livro didático?. Caso adote, qual?
- c- Para qual série o Senhor(a) ministra aulas?
- d- No momento de ministrar sua aula, o Senhor(a) percebe dificuldade dos alunos na base matemática?
- e- Caso exista esta dificuldade, o Senhor(a) reserva algum tempo da sua aula para o reforço na base matemática?
- f- Na correção da avaliação, o Senhor(a) percebe que o aluno possui dificuldade na base matemática para o desenvolvimento dos conceitos físicos. Estando o desenvolvimento físico todo correto e ocorrendo erro na base matemática, o Senhor(a) concede a pontuação máxima da questão?
- g- Ao iniciar um novo tópico da Física, é comum o Senhor(a) realizar um breve histórico posicionando o tema na sua ordem cronológica?
- h- Caso seja realizado um breve histórico, é hábito constar questões deste tema na avaliação?
- i- É sabido que a Matemática é uma ferramenta importante para o ensino de Física. Nas instituições em que o Senhor(a) trabalha existe interação entre os professores de Física e Matemática, para que a Matemática seja usada como suporte do ensino de Física?
- j- Na opinião do Senhor(a), o número de aulas disponibilizadas para o ensino de Física são suficientes?

## 6.2 – RESPOSTAS DOS PROFESSORES

A seguir apresentaremos as respostas dos professores, identificando seu município de origem e a forma de resposta.

### PROFESSOR 1

Respostas fornecidas por escrito:

- a) Licenciado e Bacharelado em Física.
- b) Não adota livro didático. Faz uma apostila disponibilizando no setor de xerox da escola. Contudo nem todos os alunos tiram cópia do material, devido ao seu nível sócio-econômico.
- c) Segunda e terceira séries.
- d) Muita dificuldade na base matemática e também em Português.
- e) Reserva algum tempo da aula para o reforço na base matemática.
- f) A avaliação é objetiva.
- g) Realiza um breve histórico.
- h) Na avaliação não consta questão da História da Ciência.
- i) Não existe interação entre os professores.
- j) Totalmente insuficiente.

Obs: Professor leciona no horário noturno no município de Angra dos Reis e, em uma das suas respostas, menciona a preocupação em relação ao nível sócio econômico dos alunos. Importante também relatar a citação sobre a deficiência em Português.

### PROFESSOR 2

Respostas fornecidas em áudio:

- a) Licenciado em Física.
- b) Bonjorno volume único.
- c) Leciona para as três séries.
- d) Muita dificuldade na base matemática e também em Português.
- e) Somente reserva algum tempo para o reforço na base matemática dependendo do tema.
- f) Concede pontuação proporcional



- g) Somente realiza breve histórico quando o tópico a ser iniciado é Gravitação Universal.
- h) Geralmente coloca questão sobre a História da Ciência.
- i) Não existe interação entre os professores.
- j) Na primeira e segunda série avalia o número de aulas suficientes, porém no terceiro ano avalia como insuficiente.

OBS: Professor leciona no município do Rio de Janeiro e também faz citação sobre a deficiência dos alunos em Português.

### **PROFESSOR 3**

Respostas fornecidas em áudio:

- a) Licenciado em Física.
- b) O livro é adotado pelo colégio. Bonjorno volume único.
- c) Leciona para as três séries.
- d) Muita dificuldade na base matemática e também em Português.
- e) Somente reserva tempo dependendo do conteúdo.
- f) Não ocorrendo erro na unidade fundamental, concede pontuação proporcional.
- g) Somente realiza breve histórico dependendo do tema.
- h) Sim constam questões da História da Ciência na avaliação.
- i) Em geral não existe interação.
- j) É suficiente somente na primeira e segunda série.

OBS: Professor leciona no município do Rio de Janeiro e novamente aparece a citação sobre a deficiência dos alunos em Português.

### **PROFESSOR 4**

Respostas fornecidas em áudio:

- a) Licenciado em Física.
- b) Bonjorno volume único.
- c) Leciona para as três séries.
- d) Alunos apresentam dificuldade na base matemática.

- e) Somente reserva algum tempo para o reforço na base matemática dependendo do tema.
- f) Somente pontuação proporcional.
- g) Sim.
- h) Sim, coloca questões na avaliação.
- i) Não existe interação.
- j) Nessa escola, na primeira e segunda série é suficiente, pois são quatro tempos por semana. Mas no terceiro ano é insuficiente, pois são dois tempos por semana.

OBS: Professor leciona no município do Rio de Janeiro.

## **PROFESSOR 5**

Respostas fornecidas por escrito:

- a) Licenciado em Física.
- b) Bonjorno volume único.
- c) Leciona para as três séries
- d) Sim.
- e) Sim.
- f) Não.
- g) Sim.
- h) Sim.
- i) Não.
- j) Nesta instituição sim, mas nos CIEPs não.

OBS: Professor leciona no município do Rio de Janeiro e foi sintético nas suas respostas. A única resposta que fez com maior profundidade foi relevante, citando a insuficiência de número de aulas em outra rede de ensino.



## PROFESSOR 6

Respostas fornecidas por escrito:

- a) Licenciatura em Matemática com habilitação em Física.
- b) Não adota nenhum livro didático.
- c) Para primeira série
- d) Sim e muita.
- e) Sempre quando leciona um determinado assunto de Física, faz uma revisão da base matemática.
- f) Considera o raciocínio da Física, mas exige os cálculos matemáticos corretos.
- g) Sim.
- h) Não. Somente com o objetivo de lembrar para um bom desenvolvimento dos assuntos.
- i) Sim. Sempre se comunica com o professor de Matemática.
- j) Não.

OBS: Professor leciona no município de Angra dos Reis no horário diurno.

## PROFESSOR 7

Respostas fornecidas em áudio:

- a) Licenciatura em Ciências Biológicas com habilitação em Física.
- b) Adota o livro que o grupo de Física adota na escola. Bonjorno volume único.
- c) Leciona para as três séries.
- d) Muita dificuldade na base matemática.
- e) Sempre reserva tempo para o reforço na base matemática.
- f) Não, apenas pontuação proporcional.
- g) Sim, realiza breve histórico.
- h) Às vezes, constam questões da História da Ciência na avaliação, dependendo da turma.
- i) Sim, existe interação.
- j) Não é suficiente o número de aulas.

OBS: Professor leciona no município do Rio de Janeiro.

### **PROFESSOR 8**

Respostas fornecidas em áudio:

- a) Licenciatura e bacharelado em Física.
- b) Sim. Djalma Paraná volume único.
- c) Leciona para as três séries.
- d) Sim, muita dificuldade.
- e) Durante a aula entre um exercício e outro, pára a aula para o reforço na base matemática.
- f) Não. Concede pontuação proporcional.
- g) Não se preocupa com a ordem cronológica, faz usualmente citações sobre o cotidiano.
- h) Não.
- i) Existe interação.
- j) Não é suficiente. São apenas dois tempos semanais para todas as turmas. É deixada muita matéria de lado.

OBS: Professor leciona no município de Angra dos Reis no horário diurno. Não realiza breve histórico, contudo observamos que se preocupa com a contextualização. Outro fato relevante é que leciona para todas as turmas do colégio (doze turmas), sempre com dois tempos para cada turma, e abandona algum tópico do programa devido à insuficiência do número de aulas.

### **PROFESSOR 9**

Respostas fornecidas em áudio:

- a) Licenciatura em Matemática com habilitação em Física.
- b) Não adota livro didático. Disponibiliza na xerox da escola material para consulta dos alunos.
- c) Leciona para primeira e segunda série.
- d) Percebe muita dificuldade dos alunos na base matemática.



- e) Não reserva tempo para reforço na base matemático, devido à insuficiência do número de aulas.
- f) Não. Concede pontuação proporcional.
- g) Sim. Realiza um breve histórico.
- h) Não apresenta questões da História da Ciência na avaliação.
- i) Pelo fato de ser licenciada em Matemática, procura de alguma forma, fazer a interação, mas não existe um momento específico.
- j) Com certeza não é suficiente, pois são apenas dois tempos por semana.

OBS: Professor leciona no município de Angra dos Reis no horário noturno.

## **PROFESSOR 10**

Respostas fornecidas por escrito:

- a) Licenciado em Física e Matemática.
- b) Como nos últimos anos somente atua no estado, não adota livro didático. Segue o programa adotado na escola, de acordo com a orientação da Secretaria Estadual de Educação.
- c) Leciona para as três séries.
- d) Principal dificuldade dos alunos. Um problema sério por se tratar de dúvidas de base como: operações básicas, ordem das operações em uma expressão, potenciação, radiciação, etc.
- e) Maior tempo das aulas de Física é dedicado ao ensino da Matemática. Sem esse fundamento, o ensino de Física não tem sentido para os alunos.
- f) Não a pontuação máxima, mas avalia o desenvolvimento do conceito físico.
- g) Realiza um breve histórico sempre, mas em ordem cronológica nem sempre.
- h) Não consta questão de História da Ciência na avaliação.
- i) Sim. Mas o ensino básico está muito deficiente. Existem casos de dúvida, mas a maior parte desconhece totalmente o assunto.
- j) O problema está na falta de definição do que se pretende. Se o objetivo é formar alunos aptos a concorrer nos vestibulares das universidades públicas, ENEM, escolas técnicas, etc., o número de aulas que o estado oferece (duas por semana) é totalmente insuficiente. Mas insiste na questão dos fundamentos da Matemática. Enquanto o ensino básico não ensinar adequadamente, enquanto

os alunos forem aprovados para as séries seguintes sem o aprendizado mínimo, o problema permanecerá. Não adiantam 4 ou 6 aulas de Física por semana, se passamos grande parte do tempo ensinando operações básicas. Utiliza um exemplo ocorrido no primeiro semestre em uma turma da segunda série:

“Na correção de um exercício de dilatação térmica linear, foi necessário efetuar a subtração de 10,0 cm com 0,00064 cm. Conhecendo a dificuldade dos alunos neste tipo de operação, realizou passo a passo a operação, como se estivesse numa escola de ensino básico. Após a conclusão, um aluno o procurou dizendo que não havia entendido. Imaginou que sua dúvida fosse o fato de operar uma subtração com números decimais. Porém o aluno o surpreendeu com a seguinte pergunta: por que após montar a conta, o Senhor iniciou a subtração da direita para esquerda?”

OBS: Professor leciona no município de Angra dos Reis no horário noturno. Respostas enriquecedoras, o professor aponta questões que se encontram na raiz dos problemas do ensino médio, como: dificuldades já oriundas do ensino básico, aprovação automática, falta de clareza no direcionamento do ensino e principalmente falta de fundamentos matemáticos.



## 7 – ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

### 7.1 - DO QUESTIONÁRIO

A seguir serão apresentadas as respostas dos professores para o questionário, sendo analisadas todas as perguntas.

Pergunta a) Todos os professores possuem formação superior. Sete professores possuem graduação em Física, 02 professores possuem graduação em Matemática com habilitação em Física e 01 professor possui graduação em Ciências Biológicas com habilitação em Física.

Pergunta b) Todos os professores da rede FAETEC do Rio de Janeiro(cinco) adotam como livro didático Bonjorno volume único. Segundo os professores, no início do ano letivo é realizada uma reunião entre o grupo de Física, para que seja determinado se será usado algum livro. Em se adotando, é escolhido algum livro de volume único, para que seja utilizado pelas três séries. Logo, todos os alunos da escola utilizam o mesmo livro, na tentativa de se manter um programa uniformizado.

Neste ponto vale a pena ressaltar que as unidades da rede FAETEC são escolas de ensino técnico profissionalizante. Logo o ensino de Física é apresentado uniformizado para todas os cursos técnicos, seja de mecânica, informática, enfermagem ou algum outro.

No município de Angra dos Reis, um professor adota o Djalma Paraná volume único como livro didático, e quatro professores não adotam livro didático. Dois professores disponibilizam material para reprodução na xerox da escola, contudo segundo um deles, nem todos possuem interesse e alguns não possuem condições financeiras.

Pergunta c) Todos os professores da escola do município do Rio lecionam para as três séries. Em Angra, dois lecionam para as três séries, sendo que em uma escola o professor leciona para todas as turmas, sendo o único professor de Física da escola. Um professor leciona para 2º e 3º série, um professor leciona para 1º e 2º séries, e um professor somente para a 1º série.

Pergunta d) Todos os professores são unânimes em relatar, que seus alunos apresentam muita dificuldade na base matemática. Importante citar que três professores apontaram também o Português como grande dificuldade.

Pergunta e) Seis professores em algum momento da aula reservam tempo para o reforço na base matemática. Três professores somente aplicam reforço dependendo do tema a ser abordado, e um professor comenta que o maior tempo de suas aulas é dedicado ao ensino da Matemática, devido à grande dificuldade apresentada pelos alunos.

Pergunta f) Um professor somente realiza avaliação objetiva. Um professor, caso exista algum erro no desenvolvimento, considera a questão toda errada. Oito professores, caso exista erro somente na base matemática, concedem pontuação proporcional, sendo que um relata que a unidade fundamental obrigatoriamente tem que estar correta.

Pergunta g) Sete professores realizam breve histórico independente do tema. Um professor realiza somente em Gravitação Universal. Um realiza somente dependendo do tema. Um não realiza breve histórico, mas se preocupa em utilizar exemplos práticos, tentando chamar atenção para o cotidiano.

Pergunta h) Cinco professores colocam questões da História da Ciência em suas avaliações, quatro professores não colocam, e um apenas coloca questões dependendo do tema.

Pergunta i) Seis professores relatam que não existe interação com os professores de Matemática. Dos quatro que relataram que existe interação, um diz haver por ser graduado em Matemática, e um não foi muito claro em sua resposta.

Pergunta j) Em relação ao número de aulas disponibilizadas, quatro professores da escola da rede FAETEC relataram que na 1º e 2º série o número de aulas é suficiente, pois possuem quatro aulas por semana. Porém como a 3º série possui somente duas aulas, avaliam que são insuficientes. Os outros seis professores



relataram que o número de aulas é insuficiente. Um comenta que é deixada muita matéria de lado, e um professor faz um relato extenso e relevante, observando a falta de definição e objetivos, critica a aprovação automática, que segundo seu ponto de vista é a grande causa da deficiência apresentada pelos alunos no ensino médio. No fim utiliza um exemplo prático ocorrido em sala de aula para evidenciar esta lacuna.

## **7.2 - DOS LIVROS DIDÁTICOS**

### **➤ TÍTULO: FÍSICA FUNDAMENTAL**

**AUTOR: BONJORNO**

**ANO DE EDIÇÃO: 2001**

O livro Física Fundamental dos autores Regina Azenha Bonjorno, José Roberto Bonjorno, Valter Bonjorno e Clinton Marcico Ramos é uma publicação do ano de 2001 em volume único dividido em cinco partes:

- Parte A – MECÂNICA
- Parte B – TERMOLOGIA
- Parte C – ÓPTICA GEOMÉTRICA
- Parte D – ONDULATÓRIA
- Parte E – ELETRICIDADE

As leis de Newton são apresentadas no capítulo destinadas à Mecânica, na seção 3 de forma seqüencial que possui o subtítulo Dinâmica. Existem autores que apresentam a 1ª e 3ª lei primeiro, reservando a apresentação da 2ª para uma seção em destaque.

No início da seção é realizado um breve histórico, onde são citados os trabalhos de Galileu e a importância de Newton para as leis do movimento. Porém não fazem referência às idéias de Aristóteles segundo as quais “um corpo só poderia permanecer em movimento se existisse uma força atuando sobre ele”.

Posteriormente é definida força como “interações entre corpos, causando variações no seu estado de movimento ou uma deformação”, utilizando como exemplo uma maçã em queda livre para posicionar o aluno sobre a interação Terra-maçã.

Em seguida é apresentada a 1ª lei de Newton e definida como “todos os corpos são preguiçosos e não desejam modificar seu estado de movimento. Se estão em movimento querem continuar em movimento, se estão parados não desejam mover-se”. É utilizado como exemplo o movimento dos passageiros no interior de um ônibus. Os autores não mencionam experiências realizadas por Galileu, contestando as teorias de Aristóteles, na qual um disco ou esfera percorre uma certa distância, mesmo não mais existindo uma força a impulsioná-las. O livro cita que Newton formulou a 1ª lei, apoiando-se nas idéias de Galileu, contudo ao não explorar a base experimental utilizada por Galileu, o aluno pode ser induzido a compreender que a lei foi obtida por um postulado, e não através de experiências.

Em seguida é realizada uma breve definição de massa, para na página seguinte ser definida a 2ª lei de Newton, sendo chamada de princípio fundamental da mecânica. Alguns autores procuram utilizar base experimental para deduzir a equação matemática, porém não é utilizado nenhum exemplo, apenas reproduzida a fórmula matematicamente  $F = m.a$ , sendo definida como “a resultante das forças aplicadas a um ponto material, é igual ao produto de sua massa pela aceleração adquirida”.

Não é comentado sobre a generalidade da lei, que pode ser aplicada a qualquer tipo de força, seja gravitacional, elétrica, magnética, etc. da mesma forma que não é comentado sobre a limitação da lei quando a velocidade é muito grande, em que a Mecânica Clássica é abandonada e é utilizada a Mecânica Relativística. Alguns autores dedicam um apêndice no final do capítulo, para mencionarem esta limitação.

Após este tópico, é definido peso de um corpo procurando ressaltar a diferença entre peso de um corpo e massa. O livro não comenta que a gravidade na Terra sofre pequenas variações dependendo da latitude. O autor abrange este tema resumidamente, como também não comenta que existe variação da aceleração da gravidade entre os corpos celestes. Em seguida é apresentada a expressão matemática da lei de Hooke, utilizando a deformação de uma mola como exemplo. Posteriormente é definida a 3ª lei de Newton, como “toda a ação corresponde uma

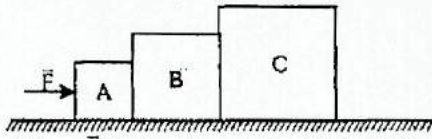


reação, com mesma intensidade, mesma direção e sentido contrário”. É utilizado um exemplo com dois patinadores e o escapamento de gases de um foguete para auxiliar o entendimento do aluno. O autor não faz nenhum comentário sobre como Newton obteve esta conclusão, porém um comentário relevante neste tópico é que “apesar de as forças de ação e reação apresentarem a mesma intensidade, os efeitos produzidos por elas dependerão da massa e característica de cada corpo”. No final da seção são apresentadas a Força Peso, Força de Tração e Força de Reação Normal como exemplos da aplicação do princípio de ação e reação.

Esta seção apresenta exercícios resolvidos e problemas propostos, onde se observa que alguns pertenceram a exames vestibulares. São exercícios em que possuem em sua maioria modelo quantitativo com ênfase no formalismo matemático e resultado numérico, não induz o aluno ao raciocínio qualitativo, conforme figura 01, não induzindo o aluno ao raciocínio qualitativo. Na figura 02 encontramos um exercício melhor elaborado, pois mesmo tendo como objetivo final o resultado numérico o aluno terá que possuir conceitos de outro tópico da Física. Em nenhum dos exercícios propostos é utilizada a prática da interdisciplinaridade e da contextualização.

O livro não propõe nenhuma experiência que possua o objetivo de auxiliar o aprendizado do aluno.

O esquema representa um conjunto de três corpos, A, B e C, de massas 2 kg, 3 kg e 5 kg, respectivamente, sobre um plano horizontal sem atrito.



A força  $\vec{F}$ , horizontal, tem intensidade 60 N.

- Qual a aceleração do conjunto?
- Qual a intensidade da força que A exerce sobre B e B exerce sobre C?

figura 01

(Faap-SP) A figura mostra dois corpos com massas  $m_A$  e  $m_B = 8,0$  kg, ligados entre si por um fio que passa por uma polia. Abandonando-se o sistema em repouso à ação da gravidade, verifica-se que o corpo B percorre a distância  $L = 4,0$  m durante o tempo  $t = 1,0$  s. Calcule  $m_A$ . Despreze os atritos e considere  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.

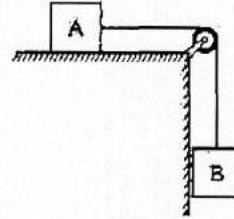


figura 02

### Solução do problema da figura 01

a) Como os corpos se deslocam em conjunto, eles vão adquirir a mesma aceleração  $a$ . Para determinar esta aceleração será necessário utilizar a força externa resultante atuando no sistema: a força  $F$ . Como a massa total do sistema,  $m = m_A + m_B + m_C$ , é conhecida a aceleração do conjunto poderá ser calculada por meio da 2ª lei de Newton.

$$a = F / m, \text{ sendo que: } m = (m_A + m_B + m_C),$$

$$\text{Substituindo } F = 60\text{N}, \quad m_A + m_B + m_C = 10\text{kg},$$

$$\text{Temos: } a = 60 / 10 = 6\text{m/s}^2.$$

b) Intensidade da força que B exerce sobre C.

Sob a ação da força  $F$  que atua diretamente em A, este bloco empurra o bloco B que, por sua vez, empurra o bloco C. A força  $F_{BC}$  é uma força interna, e pela 3ª lei de Newton, uma força  $F_{CB}$ , igual e contrária a  $F_{BC}$ , é exercida por C sobre B. Para calcularmos  $F_{BC}$ , basta aplicar a 2ª lei de Newton apenas ao bloco C. Como esse bloco pertence ao sistema, ele está se deslocando como uma aceleração:

$$a = 6\text{m/s}^2 \text{ e assim temos:}$$



$$F_{BC} = m_C \cdot a = 5 \cdot 6 = 30\text{N}$$

Intensidade da força que A exerce sobre C.

O bloco B está sob a ação da força  $F_{AB}$ , exercida pelo bloco A, e da força  $F_{CB}$ , exercida pelo bloco C e desloca-se também, com uma aceleração de  $a = 6\text{m/s}^2$ .

Lembrando que  $F_{CB} = F_{BC} = 30\text{N}$ , temos:

$$F_{AB} - F_{CB} = m_B \cdot a \text{ ou } F_{AB} - 30 = 3 \cdot 6$$

$$\text{donde } F_{AB} = 48\text{N}$$

### Solução do problema da figura 02

Como o corpo B percorre 04 metros em 01 segundo, logo o sistema possui uma aceleração de  $04\text{m/s}^2$ . Para calcular a aceleração dos blocos, resolvemos o sistema formado pelas equações obtidas aplicando a 2ª lei de Newton em cada bloco:

$$\text{em A} \rightarrow T = m_A \cdot a \quad (1)$$

$$\text{em B} \rightarrow P_B - T = m_B \cdot a \quad (2)$$

Somando-se (1) + (2) obtemos:  $P_B = (m_A + m_B) \cdot a$

Para o cálculo da aceleração utilizamos a equação em função do tempo:

$$S = S_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Como o sistema partiu do repouso, temos que  $S_0$  e  $V_0$  são zero. Logo:

$$4 = \frac{1}{2} \times a \times (1)^2$$

$$a = 8\text{m/s}^2$$

Substituindo  $P_B = 80\text{N}$ ,  $m_B = 8\text{kg}$  e  $a = 8\text{ m/s}^2$ . temos;

$$80 = (m_A + 8) \times 8 = 80 - 64 = 8m_A$$

$$m_A = 2\text{kg}$$

O estudo de circuito elétrico é apresentado no capítulo destinado à Eletrodinâmica, na seção 3, que possui o subtítulo de Associação de Resistores. O livro não realiza nenhum breve histórico, e mesmo sendo mencionadas as leis de

Ohm, não é feito nenhum comentário sobre sua vida e obra, assim como sobre seu contemporâneo Ampère cujas suas experiências foram de enorme contribuição para o desenvolvimento do eletromagnetismo. Anteriormente à definição de circuito em série e paralelo, os autores definem o que é corrente, seu sentido e sua intensidade, assim como os tipos (contínua e alternada). Um relevante comentário realizado pelo livro é sobre a corrente elétrica, utilizando o chuveiro como exemplo para o efeito Joule e as lâmpadas fluorescentes como exemplo para o efeito luminoso. São definidas então a 1ª e a 2ª lei de Ohm, relatando que foram determinadas experimentalmente, por Georges Simon Ohm.

No início da seção 3 são definidas as características da associação em série: intensidade da corrente é a mesma em todos os resistores, e a tensão total é igual a soma das tensões em cada resistor e, em seguida, é definida a resistência equivalente como a soma do valor de cada resistência.

No tópico seguinte é definida a associação em paralelo e suas características: o valor da tensão igual em qualquer resistor, e a corrente total é igual a soma das correntes em cada resistor, sendo apresentada posteriormente a fórmula matemática da resistência equivalente.

São comuns autores utilizarem a iluminação da árvore de Natal como exemplo de um circuito em série, na intenção de demonstrar que a intensidade da corrente é igual em todas as lâmpadas, e ao se danificar uma das lâmpadas todas as outras se apagarão, pois não haverá circuito. Para exemplificar o circuito em paralelo, muitos autores utilizam os aparelhos elétricos das residências, chamando a atenção para intensidade da tensão igual em todas as tomadas, e que mesmo não sendo utilizada ou vindo a se danificar um aparelho, ou lâmpada, a corrente não deixa de percorrer o circuito. Contudo o livro não apresenta exemplos após as definições de circuito em série e paralelo, para despertar atenção dos alunos.

Em seguida, o livro comenta sobre a associação mista e são propostos elevados números de exercícios, sendo recorrente o pedido de cálculo da resistência equivalente, da corrente total e da tensão total. São exercícios em que predominam os formalismos matemáticos em que o resultado numérico é o objetivo final. A figura 03 ilustra bem esta tendência.



Não é utilizada a interdisciplinaridade em nenhum dos exemplos, sendo encontrada a contextualização em alguns exercícios. O cotidiano poderia ser explorado de forma mais abrangente, sendo propostas experiências para aprendizagem dos alunos, sendo discutido o porque dos pássaros não sofrerem choques ao pousarem em cabos de média e alta tensão, ou mesmo porque são utilizados dispositivos de proteção como fusíveis e disjuntores. Em alguns exercícios é abandonado o formalismo matemático, exigindo do aluno um raciocínio qualitativo com conhecimentos dos conceitos abordados anteriormente, como podemos observar na figura 04.

(Fatec-SP) Para o trecho de circuito abaixo, calcule:  
a) a diferença de potencial entre os pontos A e B;  
b) a potência elétrica dissipada no resistor de  $7 \Omega$ .

a)  $60 \text{ V}$   
b)  $112 \text{ W}$

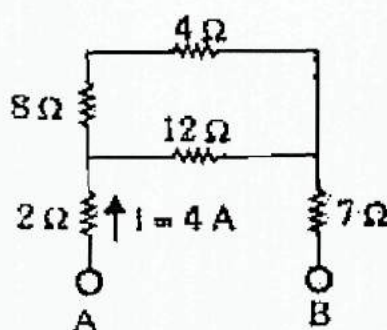


figura 03

#### Solução do problema da figura 03

- a) Para calcularmos a diferença de potencial entre os pontos A e B devemos primeiro encontrar o valor da resistência equivalente. Realizando os cálculos encontramos o valor de  $15 \Omega$ . Em seguida temos que a corrente que percorre o trecho A e B é a mesma. Logo pela 1ª lei de Ohm:

$$V = R \times I$$

$$V = 15 \times 4 = 60V$$

b) Para o cálculo da potência dissipada no resistor de  $7 \Omega$  temos:

$$P = 4^2 \times 7 = 112W$$

(UFPE) A estudante Rosimeri dispõe de três fios condutores, iguais entre si, cada um com resistência elétrica  $R$ .

Sugira a Rosimeri uma forma de ligar dois ou três destes resistores entre si, de modo a obter:

- a) a menor resistência elétrica possível;
- b) a maior resistência elétrica possível;
- c) uma resistência elétrica igual a  $R/2$ ;
- d) uma resistência elétrica igual a  $1,5 R$ .

#### *figura 04*

#### ***Solução do problema da figura 04***

- a) Para obtermos a menor resistência elétrica possível devemos ligar os 03 resistores em paralelo, pois a resistência elétrica será  $R/3$ .
- b) Para obtermos a maior resistência elétrica possível devemos ligar os 03 resistores em série, pois a resistência elétrica será  $3R$ .
- c) Para obtermos uma resistência elétrica igual  $R/2$ , devemos ligar 02 resistores em paralelo.
- d) Para obtermos uma resistência elétrica igual  $1,5R$  devemos ligar 02 resistores em paralelo e 01 em série.



**TÍTULO: FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO**

**AUTOR: PARANÁ**

**ANO DE EDIÇÃO: 2005**

O livro Física Para o Ensino Médio do autor Djalma Nunes da Silva Paraná é uma publicação do ano de 2005, que se encontra na 6ª edição, em volume único dividido em três partes:

- Parte I – MECÂNICA
- Parte II – TERMOLOGIA
- Parte II – FÍSICA MODERNA

No início do módulo é apresentado um apêndice relatando a história da ciência procurando posicionar os fatos em ordem cronológica sobre o avanço da ciência, desde Sócrates, Arquimedes, Aristóteles, com seu modelo geocêntrico, até a idade moderna com as citações sobre Galileu, Newton e mecânica relativística de Einstein.

As leis de Newton são apresentadas de forma seqüencial, porém em conjunto com a cinemática. O princípio da inércia é apresentado sendo primeiro usado as afirmações de Aristóteles que “o estado natural do corpo é o repouso”, e em seguida a oposição de Galileu que “não há necessidade de forças para manter um corpo com velocidade vetorial constante”, e finalizando a definição de Newton: “todo corpo tende a manter seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que forças externas provoquem variações nesse movimento”. É utilizado o movimento de um ônibus para exemplificar a lei.

Antes de prosseguir com o conteúdo sobre leis de Newton, o livro apresenta a didática sobre movimento (MU e MRU), com auxílio de gráficos e exercícios. O módulo seguinte se inicia discutindo a diferença entre massa e peso, chamando a atenção do aluno para o valor da massa ser igual na Terra e na Lua, sendo, contudo o valor do peso diferente devido à gravidade na Lua ser menor. O livro relata o fato do valor do peso variar de acordo com a latitude. Em seguida com auxílio de um



dinamômetro a lei de Hooke é definida sendo utilizado, como exemplo, a deformação de uma mola. O livro relata como observação que o conceito de massa é diferente para a teoria da relatividade, orientando o aluno que a diferença será apresentada nos capítulos finais do livro.

Antes de apresentar a 2ª lei de Newton, que é denominada de lei fundamental, o autor estabelece o conceito de aceleração estudando a variação do vetor velocidade. A fórmula matemática da 2ª lei é deduzida através de uma experiência com discos que deslizam sobre camadas de ar e gás. Ao se variar a força aplicada ao disco, verifica-se que a força e a aceleração são grandezas diretamente proporcionais. O último parágrafo do capítulo dedica-se à definição da 2ª lei: “A resultante **R** produz num corpo de massa **m** uma aceleração **a** na mesma direção e no sentido da resultante e de intensidade proporcional a **R**”.

Assim como o livro analisado anteriormente, o autor não comenta sobre a generalidade da lei.

Entre a 2ª e 3ª lei, o livro apresenta os movimentos retilíneos: retardado e acelerado, e os movimentos curvilíneos: uniforme, acelerado e retardado. Com auxílio de tabelas e gráficos são introduzidos os conceitos: MUV, função da velocidade no MUV e função horária dos espaços no MUV, assim como deduzida a equação de Torricelli, sendo dedicado um reduzido comentário sobre a obra do físico italiano.

A 3ª lei de Newton é apresentada como o princípio da ação e reação: “se um corpo A exerce força em um corpo B, este reage em A com força oposta”. É utilizado como exemplo dois patinadores se empurrando mutuamente em uma pista de gelo, e os gases provenientes do motor de uma nave espacial. O livro faz um comentário relevante sobre o princípio de ação e reação, relatando que: “uma partícula não pode aplicar força sobre si mesma, e sim que as forças surgem como resultado da interação entre corpos”.

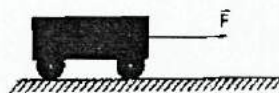
O livro possui os cinco módulos seguintes com exercícios em que são aplicadas as leis de Newton. Algumas questões possuem gráficos para serem interpretados, e muitas possuem sistemas com blocos e fios ideais. Em sua grande maioria predomina o formalismo matemático, sendo o resultado numérico o objetivo a ser alcançado, como podemos observar na figura 05, não possuem uma ênfase



conceitual mais apurada. Em nenhum dos exercícios propostos é utilizada a prática da interdisciplinaridade e da contextualização.

No final do módulo é proposta uma experiência com o objetivo de auxiliar o aprendizado do aluno, porém existe um apêndice chamado: "Contextos, aplicações e interdisciplinaridade", com o objetivo de ligar a Física à realidade cotidiana. É utilizado o exemplo de uma gota de chuva em queda livre, e de um automóvel para calcular a força de resistência do ar.

17. (UFAL) Um carrinho de massa  $m = 25 \text{ kg}$  é puxado por uma força resultante horizontal  $F = 50 \text{ N}$ , conforme a figura ao lado. De acordo com a Segunda Lei de Newton, a aceleração resultante no carrinho será, em  $\text{m/s}^2$ , igual a:
- a) 1 250.      b) 50.      c) 25.      d) 2.      e) 0,5.



*figura 05*

### Solução do problema da figura 05

Utilizando 2ª lei de Newton e substituindo pelos valores numéricos da questão temos:

$$a = 50 / 25 = 2\text{m/s}^2.$$

O estudo de circuito elétrico é apresentado no capítulo destinado à Eletricidade e Física Moderna no módulo 59. O livro apresenta a 1ª lei de Ohm como sendo resultado de uma verificação experimental, realizada por Georges Simon Ohm, e assim como no livro analisado anteriormente, não realiza nenhum comentário sobre a obra de Ohm e Ampère. Nos capítulos que antecedem o estudo do circuito elétrico, são realizadas as definições de resistividade, energia e potência

elétrica (onde é utilizado um interessante exemplo do cotidiano: como conferir a conta e o consumo de energia elétrica de um consumidor).

Em seguida é definido o circuito em série como: “vários resistores um em seguida ao outro, de tal forma a serem percorridos pela mesma corrente elétrica”. O livro relata que a ddp entre os terminais de uma associação em série é igual a soma das ddps de cada um dos resistores. Neste livro é utilizada a iluminação da árvore de Natal como exemplo do circuito em série e analisada a interrupção do circuito ao se danificar uma das lâmpadas,

No tópico seguinte é apresentado o circuito em paralelo definindo que: “a ddp entre os terminais de cada resistor é a mesma”, e no parágrafo seguinte que: “a corrente se divide fazendo com que cada resistor seja atravessado por uma parte da corrente”. O autor utiliza os circuitos aplicados nas residências para exemplificar a ligação em paralelo, pois quando uma lâmpada ou aparelho se danifica os demais permanecem funcionando.

O livro comenta a associação mista e apresenta um exercício resolvido para o cálculo da resistência equivalente. Na série de exercícios propostos para a resolução pelo aluno, predominam os formalismos matemáticos, sendo constante o pedido de cálculo da resistência equivalente, da corrente total e da tensão total. A figura 06 ilustra bem esta tendência.

Não é utilizada a interdisciplinaridade em nenhum dos exemplos, e o cotidiano não é explorado como forma de despertar a curiosidade e interesse do aluno, como também não são propostas experiências para facilitar a aprendizagem.

No apêndice, “Contextos, aplicações e interdisciplinaridades”, são reproduzidos artigos de jornais e revistas, tendo como conteúdo: a capacidade instalada de geração elétrica no país (Luiz Pinguelli Rosa), a incidência de raios no território brasileiro (José Gonçalves Neto) e a composição de um fio condutor (Marcelo Gleiser). O livro propõe ao aluno a realização de pesquisas sobre os temas, para que sejam apresentados e debatidos com o professor e a turma.



Determine a resistência equivalente entre os pontos **A** e **B** nas associações a seguir.

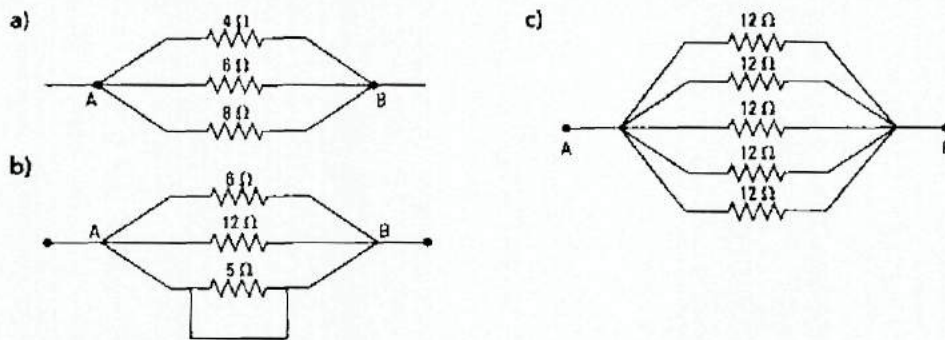


figura 06

**Solução do problema da figura 06**

Sendo resistência equivalente =  $R_{eq}$  temos:

a)  $1 / R_{eq} = 1 / 4 + 1 / 6 + 1 / 8$

$$1 / R_{eq} = 13 / 24$$

$$R_{eq} = 1,8 \Omega$$

b) Devemos observar que o resistor de  $05 \Omega$  se encontra em curto, logo:

$$R_{eq} = 6 \times 12 / 6 + 12$$

$$R_{eq} = 4 \Omega$$

c) Para **n** resistores iguais a **R** e associado em paralelo temos:

$$R_{eq} = R / n, \text{ logo:}$$

$$R_{eq} = 12 / 5 = 2,4 \Omega$$

## 7.3 - DOS EXAMES VESTIBULARES

### ➤ UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

No vestibular da primeira fase, encontramos na página 03 no caderno de perguntas a informação aos vestibulandos sobre a seqüência das questões. Elas são ordenadas por eixos temáticos que possuem como objetivo: "favorecer o fluxo de idéias, envolvendo diferentes matizes da percepção humana, entrelaçando conhecimentos".

No entanto, os eixos temáticos sofrem variações anualmente.

#### VESTIBULAR 2004

No vestibular de 2004 os eixos temáticos propostos foram:

- ✓ CONHECIMENTOS DA NATUREZA;
- ✓ MOVIMENTOS SOCIAIS / IDENTIDADE CULTURAL;
- ✓ EXPANSÃO TERRITORIAL DO CAPITALISMO / DIVERSIDADE;
- ✓ IMPACTO TECNOLÓGICO / QUESTÕES SÓCIO AMBIENTAIS;
- ✓ SAÚDE / EXPERIÊNCIA;
- ✓ TEMPO / ESPAÇO.

As questões de Física do vestibular de 2004 foram no total de 09, estando diluídas em todos os eixos temáticos. Caso o vestibulando deseje resolver as questões por disciplina, a coordenação realiza a ordenação no texto endereçado ao vestibulando, facilitando sua procura.

As questões são objetivas com cinco alternativas de resposta, sendo apenas uma delas correta. A primeira questão a ser analisada é a de número 09 sobre circuito elétrico, conforme figura 07, que se encontra dentro do eixo temático chamado Conhecimento da Natureza.

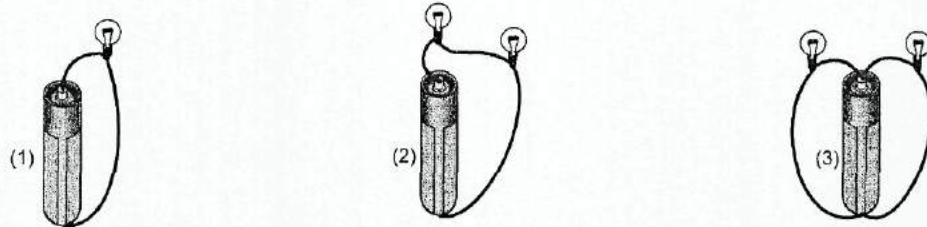


O Brasil abriga algumas das maiores e mais belas cavernas conhecidas em todo o mundo. Mais de duas mil dessas formações geológicas já foram cadastradas pela Sociedade Brasileira de Espeleologia. Esses ambientes subterrâneos, geralmente, são caracterizados pela umidade e ausência de luz. Para iluminar uma dessas cavernas e estudá-la, um espeleologista dispõe de uma pilha, duas lâmpadas idênticas e fios condutores elétricos de resistência desprezível.

Ele considera as seguintes possibilidades de conexão:



[www.antenet.tripod.com/bonito/bonito.htm](http://www.antenet.tripod.com/bonito/bonito.htm)



Comparando as luminosidades  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ , produzidas, respectivamente, pelas configurações (1), (2) e (3), ele verificará que:

- (A)  $L_3 > L_1 > L_2$
- (B)  $L_3 = L_2 < L_1$
- (C)  $L_3 < L_1 < L_2$
- (D)  $L_3 > L_2 > L_1$
- (E)  $L_3 = L_2 > L_1$

**figura 07**

Podemos considerar a questão conceitual, com ênfase no modelo qualitativo. O aluno necessita possuir basicamente conhecimento sobre circuito em série e em paralelo para resolução correta da questão. Prioriza a compreensão de conceitos de ddp, corrente elétrica e lei de Ohm. O aluno deverá deduzir que as duas lâmpadas ligadas em paralelo possuem mais brilho que a lâmpada ligada individualmente, que por sua vez possui mais brilho que as duas lâmpadas ligadas em série. Não é necessária a utilização de nenhuma equação matemática. A questão possui uma abordagem interessante, pois induz o aluno a realizar a conexão entre teoria e prática, tornando clara a preocupação com a contextualização. Um dado importante é que a questão cita uma entidade de classe que não possui relação com a Física. A interdisciplinaridade não se encontra presente, portanto a questão se torna parcialmente inserida nas novas propostas do PCN.

A segunda questão a ser analisada é a questão número 65, sobre lançamento de projéteis e independência das componentes do movimento, conforme figura 08, se encontra dentro do eixo temático chamado Tempo / Espaço.

65

Recentemente, o PAM (Programa Alimentar Mundial) efetuou lançamentos aéreos de 87 t de alimentos (sem uso de pára-quadras) na localidade de Luvemba, em Angola. Os produtos foram ensacados e amarrados sobre placas de madeira para resistirem ao impacto da queda.

[www.angola.org](http://www.angola.org).

A figura ilustra o instante em que um desses pacotes é abandonado do avião. Para um observador em repouso na Terra, o diagrama que melhor representa a trajetória do pacote depois de abandonado, é :

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

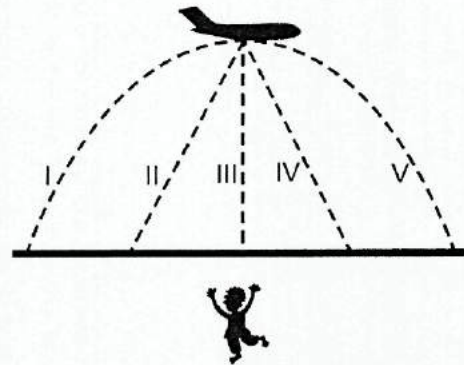


figura 08

Questão com abordagem simples e interessante. O vestibulando necessita do conhecimento da lei de inércia, e do atrito existente entre o pacote e o ar para a resolução correta do problema. O aluno deverá possuir o conceito de corpo em queda livre e lançado com velocidade inicial. Não é necessária a utilização de formalismo matemático. Podemos considerar uma questão conceitual e com ênfase no raciocínio qualitativo.

A questão possui a preocupação em apresentar a contextualização, e é realizada sobre a forma de uma das maiores mazelas da humanidade, a distribuição de alimentos para pessoas famintas, geralmente em regiões de combate armado ou atingido por catástrofes naturais.

Podemos considerar a questão parcialmente inserida nas novas propostas do PCN, mas a interdisciplinaridade não é encontrada.



## VESTIBULAR 2005

No vestibular de 2005 os eixos temáticos propostos foram:

- ✓ HOMEM NA CONSTRUÇÃO DO ESPAÇO;
- ✓ LUGARES E CULTURAS;
- ✓ A VIDA COTIDIANA;
- ✓ AS CONQUISTAS DO HOMEM;
- ✓ A MULHER;
- ✓ LIBERDADE, IGUALDADE E FRATERNIDADE;
- ✓ OS MALES QUE AFETAM O HOMEM;
- ✓ O HOMEM E A TERRA PROMETIDA;
- ✓ O HOMEM E OS ESPORTES.

Foram apresentadas 09 questões de Física, sendo encontradas em todos os eixos temáticos. A primeira questão a ser analisada é a de número 18 sobre circuito elétrico, conforme figura 09, que se encontra dentro do eixo temático chamado Vida Cotidiana.

18

Os aparelhos elétricos possuem, normalmente, um fusível de proteção que queima, impedindo a passagem de correntes elétricas superiores àquela permitida. Deseja-se ligar uma lâmpada a uma bateria e, ao mesmo tempo, monitorar a corrente no circuito por meio de um amperímetro **A**, verificar a ddp fornecida pela bateria por meio de um voltímetro **V** e colocar um fusível **F** de proteção.

A opção que apresenta a maneira correta de se ligarem todos os componentes do circuito, de modo que a lâmpada acenda, é:

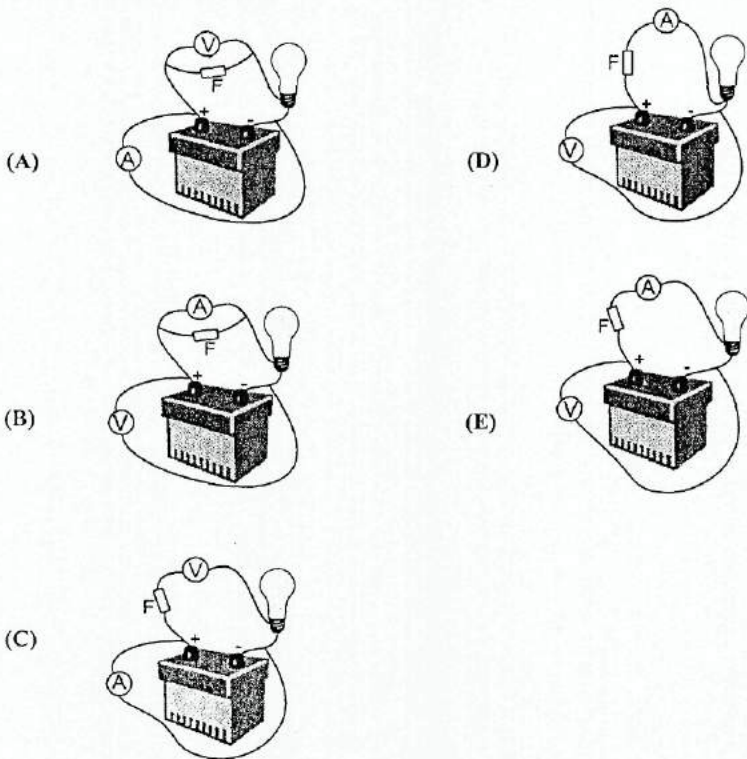


figura 09

Questão de abordagem simples e encontrada no cotidiano, portanto possui a preocupação clara de contextualização. A questão não apresenta nenhuma forma de interdisciplinaridade. Para a sua resolução não é necessária a utilização de formalismo matemático. Logo podemos considerá-la conceitual com ênfase no formato qualitativo. O vestibulando deve possuir domínio do que é um circuito elétrico, do papel de uma fonte (bateria), do papel da corrente elétrica, conceitos de associação de resistores, e que a instalação do amperímetro deve ocorrer em série, e do voltímetro em paralelo para a monitoração correta da corrente elétrica e da tensão, ou em outras palavras, o aluno deverá lembrar que a corrente elétrica deve ser medida no circuito, e a ddp é medida com a corrente nula no medidor.

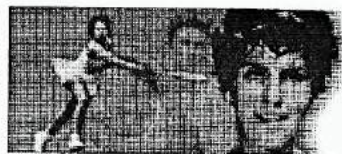
Podemos considerar questão qualitativa, pois o aluno necessita de conceitos fundamentais da Física, e inserida parcialmente nas propostas do PCN.



A segunda questão a ser analisada é a questão número 32, sobre lei de Newton, conforme figura 10, se encontra dentro do eixo temático chamado A MULHER.

**32**

A brasileira Maria Esther Bueno foi a primeira tenista a se tornar campeã de duplas nos quatro torneos mais importantes do mundo (o da Austrália, o de Wimbledon, o de Roland Garros e o dos Estados Unidos), numa mesma temporada.



[http://www.tennisfame.org/enshrines/maria\\_bueno.html](http://www.tennisfame.org/enshrines/maria_bueno.html)

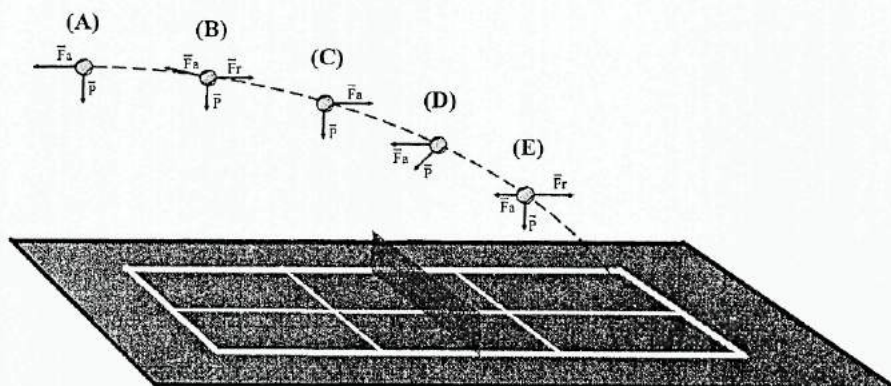
Imagine que a tenista consiga golpear a bolinha com sua raquete de modo a fazê-la passar sobre a rede e atingir a quadra de sua adversária. Considere as seguintes forças:

$\vec{P}$  - força vertical para baixo devido à gravidade

$\vec{F}_r$  - força devido à raquetada

$\vec{F}_a$  - força devido à presença da atmosfera

Assinale a opção que melhor representa as forças, dentre as três acima, que atuam sobre a bolinha, após a raquetada.



**figura 10**

Questão com modelagem conceitual, onde não é necessária a utilização de formalismo matemático com utilização de cálculos para resolução de problemas numéricos. Este formato de questão possui enorme simpatia dos alunos que não almejam ingressar na área de exatas. Podemos considerá-la com ênfase no raciocínio qualitativo. O aluno necessita somente do conhecimento das forças existente na bolinha após a raquetada: da força de atrito e da força peso. É utilizado um exemplo de uma tenista brasileira na tentativa de trazer o cotidiano para próximo do aluno, e a contextualização se encontra presente desta forma, pois o vestibulando mesmo não possuindo muito conhecimento sobre tênis pode fazer

analogia com a prática futebolística, esporte muito mais popular no país. A interdisciplinaridade não se faz presente.

Podemos considerar a questão parcialmente inserida nas propostas do PCN.

#### ➤ UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

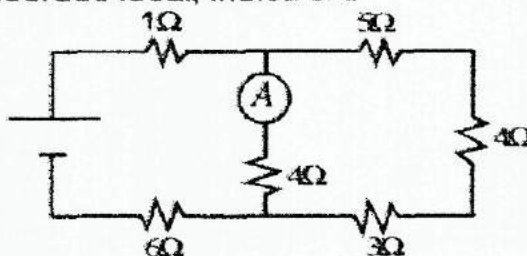
Elabora as questões do seu exame vestibular de forma sequencial. As questões de cada disciplina são apresentadas uma após a outra.

#### VESTIBULAR 2004

As questões de Física da prova não específica do vestibular de 2004 foram no total de 08. Dentre as quais se encontra a questão 04 sobre circuito elétrico, conforme figura 11.

#### QUESTÃO 4

No circuito esquematizado na figura, o amperímetro  $A$ , considerado ideal, indica 3A.



Calcule a potência total consumida pelos resistores.

figura 11

A questão apresenta um circuito misto. Para iniciar a resolução da questão, o vestibulando necessita saber que a corrente se divide segundo uma lei da natureza. Uma parte percorre o trecho em que se encontra o amperímetro, e uma outra parte percorre o trecho com as resistências em série. Calculando a resistência equivalente do trecho em série, verifica-se que o valor é três vezes maior do que o resistor



conectado com o amperímetro. Com isso, deduz-se que o valor da corrente do trecho em série é três vezes menor, ou seja, 01 Ohm.

Para a resolução final do problema o aluno necessitará efetuar o produto do quadrado da corrente, que é a soma dos dois trechos do circuito, com a resistência equivalente do circuito.

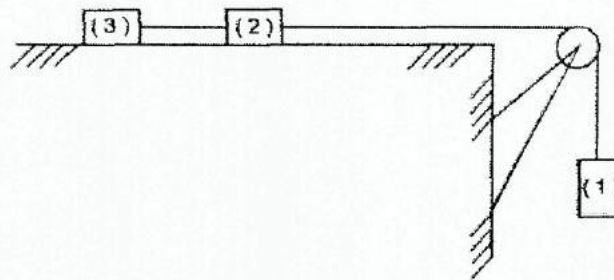
A questão possui modelo quantitativo com ênfase no formalismo matemático e resultado numérico. Verificamos que o aluno necessita possuir conhecimento de circuito, lei de Ohm, potência e a relação entre as grandezas. Contudo, mesmo a questão envolvendo a compreensão de conceitos mais elaborados, a simples busca de um resultado final e o uso freqüente de equações matemáticas, envolvendo uma série de cálculos, torna a questão matematizada.

Neste modelo de questão não verificamos nenhuma intenção de trazer a questão para o mundo cotidiano próximo ao aluno, logo a interdisciplinaridade e a contextualização se encontram totalmente ausentes, tornando a questão longe das novas propostas do PCN.

A Segunda questão a ser analisada é a de número 05, sobre leis de Newton conforme figura 12.

### QUESTÃO 5

O sistema representado na figura é abandonado sem velocidade inicial. Os três blocos têm massas iguais. Os fios e a roldana são ideais e são desprezíveis os atritos no eixo da roldana. São também desprezíveis os atritos entre os blocos (2) e (3) e a superfície horizontal na qual estão apoiados.



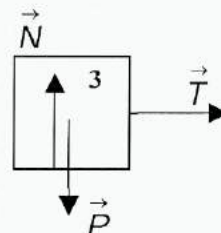
O sistema parte do repouso e o bloco (1) adquire uma aceleração de módulo igual a  $a$ . Após alguns instantes, rompe-se o fio que liga os blocos (2) e (3). A partir de então, a aceleração do bloco (1) passa a ter um módulo igual a  $a'$ .

Calcule a razão  $a'/a$ .

figura 12

A questão envolve 2ª lei de Newton. Este modelo de questão é muito encontrado em livros didáticos. Para resolução da questão vamos identificar as forças que atuam em cada bloco. No bloco 3 temos  $\mathbf{N}$ ,  $\mathbf{T}$  e  $\mathbf{P}$ .

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{T} = m_3 \vec{a}$$



As reações estão na superfície ( $-\mathbf{N}$ ), no fio 2 ( $-\mathbf{T}$ ) e no centro da Terra ( $-\mathbf{P}$ ).



Em X temos as seguintes componentes:

$$P_{3x} + T_{3x} + N_{3x} = m \cdot a_x$$

Como as componentes  $P_x = N_x = 0$ , a resultante em X é:  $T_{3x} = T$ .

Em Y temos as seguintes componentes:

$$P_{3y} + T_{3y} + N_{3y} = m \cdot a_y = 0.$$

Mas  $T_{3y} = 0$ , temos então  $P_{3y} + N_{3y} = 0$

Sendo  $P_{3y} = -mg$ ,

Temos:  $N_{3y} = mg$ .

No bloco 2 temos **N**, **T<sub>1</sub>**, **T<sub>2</sub>** e **P**.

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{T} + \vec{T} = m_2 \vec{a}$$

As reações estão na superfície (**-N**), no fio 1 (**-T**), no fio 2 (**-T<sub>2</sub>**) e no centro da Terra (**-P**).

Em X temos as seguintes componentes:

$$P_x + T_{1x} + N_x + T_{2x} = m a_x,$$

Como  $P_x = N_x = 0$ , a resultante em X é:

$$T_{1x} + T_{2x} = m a_x.$$

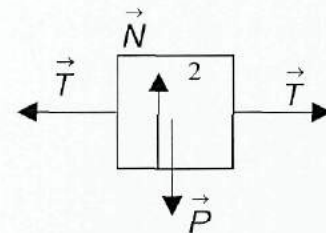
Em Y temos as seguintes componentes:

$$P_y + T_{1y} + N_y + T_{2y} = m a_y = 0.$$

Como  $T_{1y} + T_{2y} = 0$ , temos assim, que  $P_{2y} + N_{2y} = 0$ .

Sendo  $P_{2y} = -mg$ ,

Logo  $N_{2y} = mg$



No bloco 1 temos **N**, e **P**.

Estão em contato com o bloco o fio e o ar.

Podemos desprezar a interação do bloco com as moléculas de ar.

Portanto, só o fio interage com o bloco com uma força **T**.

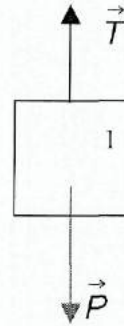
A única interação à distância que não é desprezível é a gravitacional.

Por isso o bloco é puxado pela Terra com uma força **P**.

As reações estão aplicadas no fio (**-T**) e no centro da terra (**-P**).

A representação simbólica da segunda Lei de Newton aplicada ao bloco 1 é:

$$\vec{P} + \vec{T} = m \cdot \vec{a}$$



Não existem componentes de T e P no eixo x.

$$P_{1y} + T_{1y} = m_1 a_y$$

$$P_{1y} = -mg$$

O sinal negativo que aparece nos termos é devido à orientação escolhida.

Para o sistema composto pelas três massas **m**, a representação simbólica para a Segunda Lei de Newton fica:

$$P_3 + P_2 + P_1 + N_3 + N_2 = m \cdot a$$

Em X temos somente as componentes **T**, mas as trações são forças internas, logo não entram no cálculo.

Sendo a massa total = 3m e substituindo na equação temos:

$$-mg - mg - mg + mg + mg = 3m \cdot a$$

Logo:

$$a = -\frac{g}{3}$$

Para o sistema composto pelas duas massas **m**, a representação simbólica para a Segunda Lei de Newton fica:

$$P_2 + P_1 + N_2 = m \cdot a'$$

Sendo a massa total = 2m e substituindo na equação temos:

$$-mg - mg + mg = 2m \cdot a'$$

Logo:

$$a = -\frac{g}{2}$$

Calculando a razão  $a'/a$ , temos: 3/2.

A questão apresenta um formato conceitual, com ênfase no raciocínio qualitativo. Mesmo objetivando um resultado final não encontramos a preocupação com o resultado meramente numérico. O aluno necessita de conhecimento com sistemas envolvendo forças, e a existência de dois diferentes tipos de sistemas para fazer uso das equações matemáticas e obter a resolução correta do problema.



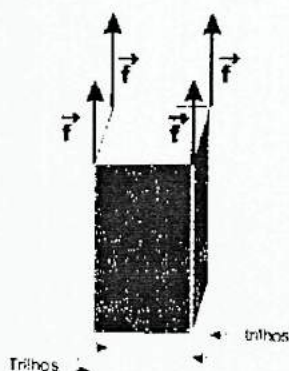
Não observamos nenhuma tentativa de trazer a questão para o cotidiano do aluno, tornando-a com formato mais interessante, sendo assim, a contextualização e a interdisciplinaridade não se encontram presentes, fazendo com que, a questão se encontre parcialmente inserida nas novas propostas do PCN.

### VESTIBULAR 2005

As questões de Física da prova não específica do vestibular de 2005 foram no total de 05. Dentre as quais se encontrava a questão número 04 sobre leis de Newton, conforme figura 13.

#### QUESTÃO 4

Quando o cabo de um elevador se quebra, os freios de emergência são acionados contra trilhos laterais, de modo que esses passam a exercer, sobre o elevador, quatro forças verticais constantes e iguais a  $f$ , como indicado na figura. Considere  $g = 10\text{m/s}^2$ .



Suponha que, numa situação como essa, a massa total do elevador seja  $M=600\text{kg}$  e que o módulo de cada força  $f$  seja  $|f| = 1350\text{N}$ .

Calcule o módulo da aceleração com que o elevador desce sob a frenagem dessas forças.

figura 13

Este modelo de questão é também muito encontrada nos livros didáticos e amplamente explorada nos cursos pré-vestibulares. Professores de cursinhos orientam os alunos que memorizem a resolução dependendo da situação em que o

elevador se encontra. Não se preocupando com o desenvolvimento dos conceitos envolvidos.

De certo modo em um dos livros analisados Física para ensino médio (Djalma Paraná), o aluno pode ser induzido a esta memorização, pois encontramos um tópico explicando a resolução deste tipo de problemas envolvendo elevador conforme a seguir:

a) O elevador sobe em movimento acelerado ou desce em movimento retardado:

$$N > P \rightarrow N - P = m.a$$

b) O elevador sobe em movimento retardado ou desce em movimento acelerado:

$$N < P \rightarrow P - N = m.a$$

c) O elevador sobe ou desce em MRU:

$$N = P \rightarrow P - N = 0.$$

A resolução envolve a 2ª lei de Newton e se encontra muito presente nos exames vestibulares. No elevador atuam a força peso e quatro forças verticais constantes e iguais em sentido contrário.

Logo temos:  $P - 4f = m.a$ . Sendo  $P = m.g$ , obtemos:

$(m.g) - (4.f) = m.a$ . Isolando  $a$  e substituindo pelos valores numéricos propostos pelo problema encontramos a solução:

$$a = (600.10) - (4.1350) / 600$$

$$a = 1\text{m/ s}^2$$

A questão requer uma aplicação direta de fórmula e valoriza o formalismo matemático buscando um resultado numérico final. Podemos considerá-la uma questão desinteressante com ênfase na abordagem quantitativa. O aluno pode fazer uso da memorização apresentada nos livros para, a aplicação pura e simples da equação matemática, não exige do aluno conhecimento de conceitos mais elaborados.

Mesmo o elevador sendo um equipamento muito conhecido pelos vestibulandos, na questão não existe nenhuma tentativa de trazer o elevador para o



mundo vivencial dos alunos, fazendo com que a contextualização e a interdisciplinaridade não estejam presentes.

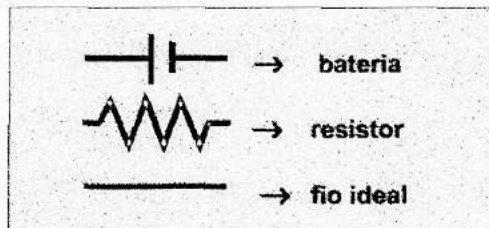
Podemos considerar que a questão não se encontra inserida nas novas propostas do PCN.

A segunda questão a ser analisada é a de número 05, sobre circuito elétrico conforme figura 14.

### **QUESTÃO 5**

Você dispõe de uma bateria que fornece uma ddp constante de 12 Volts, dois resistores de resistências  $R_1 = 2,0$  ohms e  $R_2 = 4,0$  ohms, e fios de ligação supostamente ideais.

**a) Faça um esquema do circuito que fará funcionar os dois resistores em série, alimentados pela bateria. Utilize no esquema do circuito somente os seguintes símbolos usuais:**



**b) Calcule a intensidade de corrente que percorre cada um dos resistores.**

*figura 14*

Para resolução desta questão o aluno necessita conhecer as características de um circuito em série. Na letra "a" é necessário somente fazer um esquema de um circuito em série com 02 resistores.

b ) Como o circuito se encontra em série a corrente é igual em todos os pontos do circuito. Pela lei de Ohm:  $I = V / R$

$$\text{Mas } R = R_1 + R_2 = 2 + 4 = 6 \Omega$$

$$\text{Logo: } I = 12 / 6 = 2 \text{ A.}$$

Questão predominantemente quantitativa com ênfase no formalismo matemático. O aluno não necessita de conhecimentos mais profundos. A solução da letra “b” se torna uma aplicação direta de fórmula, onde para encontrarmos o resultado do problema numérico, que é o objetivo do problema, basta a memorização da lei de Ohm.

A questão não possui nenhuma preocupação em trazer o problema para uma “...temática e linguagem contida no universo de vivência do aluno”(PARANÁ/SEED, 2005, p.08), logo a contextualização e a interdisciplinaridade não se encontram presentes, tornando a questão longe das novas propostas do PCN.



## 8 – CONCLUSÃO

Para a execução deste trabalho monográfico, foi necessária a realização de uma série de entrevistas com professores de ensino médio com objetivo de coleta de dados para nos darem uma visão do que eles ensinam e as dificuldades encontradas por seus alunos.

A análise das entrevistas indica que os livros didáticos não são utilizados por todos os professores. Os alunos de ensino médio apresentam uma dificuldade grande em Matemática, muitas vezes acompanhada de deficiência em Português. Nas respostas de três professores é mencionada essa carência. Vale relatar que, caso o aluno não realize uma leitura correta do exercício ou do exemplo empregado, seu aprendizado será deficiente. Ou seja, o aluno peca pela interpretação. Existem professores que reservam algum tempo de sua aula para algum tipo de reforço, tentando sanar alguma deficiência encontrada, contudo nem sempre é possível devido o número de aulas semanais serem insuficientes. A maioria dos professores possui a preocupação de utilizar a História da Ciência em suas aulas e metade insere questões sobre o assunto nas avaliações. Os professores da rede Faetec utilizam o mesmo livro didático e procuram aplicar o conteúdo programático simultaneamente na rede.

Em relação aos livros didáticos, o livro Físico Para o Ensino Médio do autor Paraná é uma publicação recente, e bastante resumido comparado com a edição anterior. Possivelmente por ser uma edição posterior à publicação do PCN+ os últimos capítulos são dedicados a Física Moderna.

Nos capítulos em que são apresentadas as leis de Newton percebe-se que o autor possui a intenção de orientar o aluno sobre o avanço da Ciência até as leis do movimento formuladas por Newton. A cinemática é apresentada intercalada com a 1ª, 2ª e 3ª lei de Newton. Podemos utilizar como exemplo o módulo nove, em que encontramos no mesmo módulo as definições da 2ª lei de Newton, aceleração escalar e instantânea e variação dos vetores velocidade e aceleração. Este formato de apresentação é pouco encontrado em outras publicações. A maioria dos exemplos apresentados e dos exercícios propostos utiliza sistema com blocos para auxiliar na aprendizagem. Não encontramos a preocupação do livro em trazer exercícios relacionados com o cotidiano. Na resolução dos mesmos, em geral o aluno faz uso de memorização de fórmulas para o desenvolvimento, o livro



apresenta poucos exercícios com a ênfase qualitativa, sendo mais comum o resultado numérico como objetivo final.

O livro *Física Fundamental* do autor Bonjorno, de 2001, é anterior às novas reorientações do PCN+. Portanto a interdisciplinaridade se faz ausente, e a contextualização é encontrada em poucos exemplos, como no do ônibus para exemplificar a 1ª lei de Newton, e dos patinadores para exemplificar a 2ª lei.

A História da Ciência é apresentada de forma resumida e não encontramos nenhum relato sobre a vida e obra de cientistas. O autor não utiliza tabelas ou gráficos para auxiliar na aprendizagem sobre a 1ª, 2ª e 3ª lei de Newton, sendo encontrado somente no ensino sobre circuito elétrico. Uma grande quantidade de exercícios utiliza sistema com blocos, onde o ensino de Física é pautado no formalismo matemático sem o uso de experiências para auxiliar o aprendizado, sendo também muito utilizado esquema com circuito elétrico para o cálculo de resistência equivalente, corrente ou tensão.

O livro poderia trazer mais exercícios como o formato da figura 04 (página 33), pois é uma questão conceitual, qualitativa, relaciona conceitos físicos com uma situação cotidiana. Induz ao aluno a solução de uma dúvida encontrada por uma pessoa.

Com relação à análise dos exames vestibulares, podemos observar que o exame de acesso à Universidade Federal Fluminense, quando divide suas questões em eixos temáticos entrelaçando conhecimentos, torna clara a intenção em fazer uso da contextualização e da interdisciplinaridade. Infelizmente observamos que a interdisciplinaridade é abandonada ao longo do exame. As questões de Física são ricas na contextualização, em exemplos do cotidiano, dando ênfase ao ensino qualitativo, pautado no conhecimento dos conceitos físicos. São questões de fácil compreensão, já que o estudante está familiarizado com pilhas e baterias, assim como com movimento de projéteis. O formalismo matemático é totalmente abandonado, o estudante não faz uso de fórmulas memorizadas, e os vestibulandos que não concorrem a uma carreira da área de exatas tendem a se sentirem mais motivados e confiantes ao se depararem com este tipo de questão.

Portanto, podemos considerar o exame vestibular da Universidade Federal Fluminense parcialmente redirecionado para as novas propostas dos PCNs. No que tange à contextualização, deve ser utilizado como espelho pelas outras instituições



de ensino superior. Infelizmente ainda comete uma falha, ao não utilizar a interdisciplinaridade.

Não podemos dizer o mesmo do exame de acesso à Universidade Federal do Rio de Janeiro. As questões são apresentadas sem nenhuma preocupação com a interdisciplinaridade. A contextualização somente é encontrada na questão do elevador. As questões são basicamente matematizadas, com exceção da questão que envolve um sistema com blocos que podemos considerar conceitual. Nas questões são utilizadas equações matemáticas com aplicação de fórmulas memorizadas, sendo o resultado numérico o objetivo a ser alcançado. Este tipo de questão se afasta das novas diretrizes dos PCNs. São questões quantitativas, e os vestibulandos ao memorizarem as fórmulas para a resolução das questões se afastam do entendimento dos conceitos físicos.

Podemos concluir que a interdisciplinaridade e a contextualização, mesmo sendo os pontos norteadores dos PCNs, ainda não se encontram inseridas no exame de acesso a algumas universidades, como é o caso da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Estes tipos de vestibulares, que se orientam pelo ensino quantitativo, contribuem para que os objetivos do novo ensino médio sejam vagarosamente alcançados.

Logo, uma mudança de postura se faz necessária em curto prazo.

## 9 - BIBLIOGRAFIA

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília Ministério da Educação, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias- PCN+. Brasília Ministério da Educação, 2002.

BONJORNO, R.A., BONJORNO, J. R., BONJORNO, V., RAMOS, C.M. Física fundamental, vol. único, São Paulo: Ftd, 2001.

CARVALHO, A. M. P. A pesquisa no ensino, sobre o ensino, e sobre a reflexão dos professores, sobre seus ensinios. Educação e Pesquisa v. 28, n.2, p. 57-67 jul-dez 2002.

FERNANDES, S.A., MOREIRA, J. G. O novo ensino médio e as provas de Física dos processos seletivos das instituições de ensino superior. In: IX Encontro de Pesquisas em Física, 2004, Minas Gerais.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M.E.D.A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. p. 33-38.

PARANÁ, D. N. da S; SOROCABA, J. R. C. P.; ANDRADE, L. R. A., Física para ensino médio, vol. único, São Paulo, Ática, 2005.

PARANÁ/SEED. Orientações Curriculares de Física, Texto Preliminar. Curitiba: SEED, 2005.

PIETROCOLA, M. A Matemática como estruturante do pensamento físico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 19, n.1, p. 93-114 ,abr 2002.



RICARDO, E. C. O ensino das ciências no nível médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos parâmetros curriculares nacionais. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V. 19, n. 3, p. 351-370, dez 2002.

SILVA, C.C, PIETROCOLA, M. O papel estruturante da Matemática na teoria eletromagnética: um estudo histórico e suas implicações didáticas. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. nov. 2003.