
EXAMINANDO EXAMES: ANÁLISE DOS VESTIBULARES QUE NORTEARAM O LIVRO “FUNDAMENTOS DA FÍSICA”⁺*

Marcos Jose Chiquetto

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Educação – UFF

Sonia Krapas

Programa de Pós-graduação em Educação – UFF

Niterói – RJ

Resumo

Frequentemente, alunos do Ensino Médio apresentam atitudes desfavoráveis frente à Física, encontrando-se desmotivados para o seu aprendizado. Um dos fatores que, talvez, venha contribuindo para isso é a sua excessiva matematização, predominante em livros didáticos baseados em apostilas de cursos pré-vestibulares. Dentre estes livros, tem especial importância a obra "Fundamentos da Física", lançada em 1975, cuja primeira edição, segundo um de seus autores, era voltada para o programa dos vestibulares de engenharia de São Paulo. Vários trabalhos já publicados sugerem uma influência muito grande deste livro no Ensino Médio. Na busca por entender a concepção desta obra, analisam-se exames vestibulares de escolas de engenharia de São Paulo nos anos anteriores a 1975. Os resultados mostram que, até 1968, os exames continham uma significativa quantidade de questões qualitativas, abordavam uma faixa maior de assuntos e, também, apresentavam questões mal formuladas. A partir de 1968, quando o vestibular se

⁺ Examining Exams: analysis of the university entrance exams which were targeted by the book "Fundamentos da Física"

* Recebido: julho de 2011.
Aceito: dezembro de 2011.

tornou classificatório e unificado, os vestibulares de engenharia se concentraram em um núcleo bem definido da disciplina, tornaram-se exclusivamente quantitativos, ficaram mais difíceis e deixaram de apresentar erros de formulação. O livro estudado foi concebido como um manual de preparação para esta prova. Neste sentido, discute-se o problema gerado, ao se transplantar para o Ensino Médio, um manual de treinamento para um exame classificatório quantitativo. A análise também sugere que formular questões qualitativas em exames em larga escala pode ser arriscado, pois estas têm maior tendência a apresentar erros de formulação. Hoje, este é um assunto importante, já que essa parece ser uma proposta do ENEM.

Palavras-chave: Livro didático. Vestibulares. Problemas de Física.

Abstract

Frequently, High School students show unfavorable attitudes towards Physics, being not motivated for learning it. The excessive mathematization of the discipline, which predominates in text books based on training material for University entrance exams may be one of the factors contributing to this reaction. Among them, special importance is assigned to the book "Fundamentos da Física" (Foundations of Physics), first published in 1975, whose first edition, according to one of the book authors, was designed to prepare students for the entrance exams for Engineering programs in São Paulo state. Several published works have suggested that this book has had an important influence on High School teaching in Brazil. Seeking to understand how the book was conceived, this work analyzes entrance exams for engineering programs in the state of São Paulo over the years preceding 1975. Results show that, up until 1968, the exams had a significant percentage of qualitative questions, covered a larger range of subjects, and also included questions presenting errors in formulation. From 1968 on, as the exams became classificatory and unified, the Engineering exams focused on a well defined core

of subjects, turned exclusively quantitative and more difficult, and no longer presented formulation errors. The book being studied was conceived as a manual for students who intended to take these exams. The issue raised by using a manual in High Schools that was directed at preparation for a quantitative classificatory exam is discussed. The analysis also suggests that proposing qualitative questions in large scale exams can be tricky, since they seem to have higher tendency to present formulation errors. This is an important issue today, once this seems to be a direction being adopted by the ENEM exam.

Keywords: *Text book. Entrance examination. Physics problems.*

I. Introdução

Dificuldades com a aprendizagem de Física e sua relação com a qualidade do ensino têm sido fartamente apontadas pela literatura. Muitos estudos enfatizam o que já se tornou consenso: o ensino de Física no Ensino Médio é excessivamente preso à matematização e à aplicação de fórmulas prontas e de exercícios trazidos pelo livro-texto utilizado, com pouca ou nenhuma compreensão conceitual (PIETROCOLA, 2002; MENEGOTTO, 2006; RICARDO; FREIRE, 2007, PEDUZZI; PEDUZZI, 2001), o que Echeverría e Pozo (1998) entendem como aplicação de um *algoritmo subaprendido* e Gil-Perez e Martinez-Torregrosa (apud ORTEGA; MATTOS, 2008) identificam como *operativismo mecânico*. Atitudes desfavoráveis frente a essa disciplina e a consequente falta de motivação para o aprendizado (POZO; GÓMEZ CRESPO, 1998; AUGÉ, 2004) podem ser agravadas com este tratamento predominantemente matemático. O trabalho discutido neste artigo aborda um dos fatores que levaram à disseminação dessa abordagem didática no Brasil: a adoção, pela escola, de livros didáticos baseados em apostilas desenvolvidas em cursos pré-vestibulares.

Levando em conta a advertência de que, para se estudar o que ocorre na escola, além de se levar em conta os processos imediatos, é necessário "se desenvolver uma compreensão cumulativa dos contextos históricos nos quais o currículo contemporâneo está embebido" (GOODSON, 1995, p.53), em (CHIQUELLO, 2010), analisamos em detalhes diversos condicionantes históricos que acabaram moldando esse tipo de livro didático. O presente artigo explora um destes condicionantes: os exames vestibulares, abordando outros aspectos somente na medida em que estes subsidiam esta discussão.

Em seu abrangente trabalho sobre livros didáticos de Física, Wuo (2000, p. 53) localiza, na década de 1970, a gênese dos livros baseados em apostilas de cursos pré-vestibulares:

Muitos desses livros se assemelham às apostilas dos cursinhos pré-universitários da década de 70, um pouco mais elaborados. Esse é o caso, por exemplo, do livro 'clássico' de Francisco Ramalho e outros, conhecido como livro do Ramalho, que foi muito utilizado em todo o país nas décadas de 70 e 80, cujos autores foram notáveis professores do Cursinho Universitário e de outros cursos preparatórios para vestibulares.

Wuo estava se referindo à obra *Fundamentos da Física* (FF). Lançado em São Paulo em 1975, o FF, em sua primeira edição, destacava-se dos livros então existentes por trazer uma série de novas características. Entre elas, podemos apontar a existência do livro do professor, com a resolução dos exercícios do livro-texto; a divisão da matéria em pequenos blocos, pensados de forma a estruturar a aula ou sequência de aulas; o tratamento do conteúdo de forma sintética e quase que exclusivamente matemática; o abandono da descrição de aparelhos de laboratório e aplicações práticas, comuns em livros até então, e, talvez, a mais importante de todas, a estruturação das atividades das aulas na forma de sequências de exercícios quantitativos cuidadosamente planejados para desenvolver a aplicação matemática das leis. Estas características, talvez por facilitarem o trabalho do professor, levaram à adoção generalizada do FF, que, em poucos anos, se tornou *best-seller* e protótipo para um grande conjunto de obras didáticas desse tipo, o que acabou determinando um tipo de ensino de Física majoritário em nosso país (CHIQUETTO, 2010).

O professor Nicolau Ferraro¹, em entrevista aos autores deste artigo, informou como foram selecionados os assuntos incluídos no FF:

Sobre o programa que nós adotamos para escrever o FF – nós usamos os programas do vestibulares, principalmente o vestibular de São Paulo que era o da Poli. [...] na época [nosso livro] tinha um viés para o vestibular, e na década de 70 era o que todo mundo almejava.

¹ Os autores da primeira edição do FF eram Francisco Ramalho Jr, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares e José Ivan Cardoso dos Santos. Nas edições posteriores, somente os três primeiros se mantiveram, e o prof. Nicolau Ferraro é o único que se mantém até hoje em atividade, cuidando das sucessivas reedições da obra. A entrevista com o prof. Nicolau foi realizada em 11/09/2009, em São Paulo.

Aí temos uma informação importante: em sua primeira edição, o FF foi concebido como um manual voltado para o vestibular de engenharia de São Paulo, mais especificamente para os exames da Escola Politécnica da USP, conhecida como *Poli*. O desafio colocado aos autores era, pois, a adequação do manual a estes exames. Daí resultou a pergunta que gerou este artigo: *quais eram as características dos vestibulares das escolas de engenharia de São Paulo na época em que foi lançado o FF?*

Buscando em arquivos, reunimos quantidade significativa desses exames, analisamos suas questões e tratamos estatisticamente os resultados. Em seguida, discutimos de que forma as características desses exames, ao determinarem o conteúdo e a abordagem de livros didáticos, afetam o ensino/aprendizado de Física.

II. Breve contextualização histórica

Para situar o objeto de estudo em seu contexto histórico, fizemos uma pesquisa sobre os exames vestibulares nos anos que antecederam o lançamento do FF, tomando como fontes de informação a literatura especializada, os textos das leis, as entrevistas e os artigos publicados na imprensa na época estudada². Aqui, apresentamos um breve resumo.

Até 1968, o exame vestibular era um concurso de habilitação: o candidato que obtivesse a nota mínima estipulada no edital estava aprovado. Porém, ao longo da década de 60, com o aumento da concorrência, este processo gerou o problema dos excedentes (MENDONÇA, 2003, p.507): candidatos que obtinham a nota mínima, mas que tinham sua matrícula negada por falta de vagas. A Lei 5540/1968, por meio da qual o governo militar fez sua reforma universitária³, mudou a regra do vestibular para acabar com este problema. O artigo 17 desta lei estabeleceu quem poderia fazer matrícula nos cursos de graduação: "os candidatos que hajam concluído o ciclo colegial ou equivalente e tenham sido classificados em concurso vestibular". Aí, a palavra-chave é "classificados", em vez de "aprovados". Com esta nova regra, os candidatos passaram a ser classificados em ordem decrescente de nota, sendo chamados nesta ordem, até preencherem-se as vagas, em um processo que se mantém até hoje.

² O site da revista *Veja* (<www.veja.com.br>) disponibiliza gratuitamente todos os exemplares da revista em formato PDF, o que nos possibilitou fazer a pesquisa nessa publicação.

³ Disponível em <www.camara.gov.br>.

Outra alteração introduzida por essa lei diz respeito à solução do problema de os candidatos terem que prestar vários exames, em locais e datas diferentes, pagando várias taxas de inscrição, já que cada instituição aplicava seu próprio exame. O artigo 21 da Lei 5540 estabelecia que, "dentro do prazo de três anos [...], o concurso vestibular será idêntico em seu conteúdo para todos os cursos ou áreas de conhecimentos afins e unificado em sua execução".

Sobre essa reforma, reproduzimos, a seguir, um comentário da revista *Veja*:

Desde a Reforma Universitária de 1968, muitas mudanças estão sendo desenvolvidas nos vestibulares. A primeira delas: uma data única para realização dos exames. [...] Outra mudança, de repercussão sem dúvida mais ampla, é a eliminação dos vestibulares eliminatórios, com a consagração do critério classificatório para a seleção de candidatos. Seu efeito imediato: o fim do problema político do excedente – o candidato que conseguia a nota mínima exigida mas não era aproveitado por exceder o limite de vagas (Veja, 5/1/72, p. 44).

A unificação dos exames foi efetivamente encaminhada com a criação, em 1969, de grandes vestibulares unificados, como o MAPOFEL, que unificou os exames da Escola de Engenharia Mauá, da Escola Politécnica da USP e da Faculdade de Engenharia Industrial (FEI), agregando, além destas, grande número de instituições de "ciências exatas". Já antes da lei, haviam sido criados vestibulares unificados de "Ciências Biológicas" (CESCEM) e "Ciências Humanas" (CESCEA). No entanto, no estado de São Paulo, a determinação da lei acabou não sendo integralmente cumprida e muitas instituições mantiveram exames isolados, tais como ITA, PUC-SP, Mackenzie e Santa Casa.

A unificação dos exames também veio ao encontro de um problema que se tornava cada vez mais incômodo: a baixa qualidade das provas. Com relação a isso, é relevante o seguinte trecho da revista *Veja*, em que são citados vestibulares de escolas que, em 1970, não tinham aderido à unificação:

[...] erros têm se repetido com frequência nos vestibulares realizados até agora em São Paulo. [...] no vestibular da Faculdade de Ciência Médicas da Santa Casa, em São Paulo, o professor Roberto H. Srouf, do Curso Objetivo, demonstrou que estavam certas três respostas consideradas erradas pela banca examinadora [...]. Em uma outra prova [...], perguntava-se aos alunos: "A existência do transistor está muito ligada ao a) tungstênio b) mi-

nério de cobre c) radar d) cristal de germânio. No entanto, o nome certo é germânio. A dívida dos alunos, sem saber se aquilo era uma "armadilha" para pegá-los ou um descuido da banca (como depois foi confirmado), levou muitos deles a deixar de assinalar a resposta correta (Veja, 7/1/70, p. 36).

Com o aumento do número de candidatos ao longo da década de 60 (ROMANELLI, 2008, p.101, quadro 33), formular provas de má qualidade começou a se tornar um problema de grandes proporções. A partir da unificação dos concursos, milhares de candidatos passaram a pagar a taxa de inscrição para poucos exames, em um processo que concentrou recursos financeiros. Com essa "economia de escala", foi possível produzir provas de melhor qualidade, o que é sugerido neste trecho de *Veja*:

Os vestibulares unificados acabaram com o velho costume de "caçar" professores, normalmente de férias nessa época, para preparar as provas, fiscalizar sua realização e corrigi-las ou programar sua correção nos computadores. [...] Agora os professores recebem, com o dinheiro das novas arrecadações [...], uma média de 2000 cruzeiros novos por uma semana de trabalho intensivo (VEJA, 28/1/70, p. 38).

Os efeitos da lei 5540 aparecem nos vestibulares de engenharia a partir de 1969. Lembrando que o FF foi lançado em 1975, o período entre 1969 e 1974 será, pois, especialmente importante neste trabalho.

III. Material e método

A Tabela 1 mostra os exames utilizados na pesquisa. Alguns foram obtidos no arquivo da "Folha de São Paulo", outros, no arquivo histórico da Escola Politécnica da USP, e o restante, no arquivo pessoal do Prof. Dalton Gonçalves⁴. Escolhido em função do material disponível, o período estudado vai de 1957 a 1974, incluindo, portanto, o período referido acima. Para este estudo, ao todo, foram analisadas 723 questões.

⁴ O prof. Dalton Gonçalves, já falecido, foi autor de livros didáticos nas décadas de 60, 70 e 80. Sua família, gentilmente, permitiu-nos acesso a seu arquivo pessoal.

Tabela 1- Anos dos exames vestibulares de engenharia utilizados na pesquisa.

Exame	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Engenharia Mauá								X		X		X						
Fac. Eng. Industrial (FEI)		X	X						X	X	X	X						
Fac. Eng. Taubaté										X								
Politécnica USP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
Politécnica USP/1ª fase							X	X	X	X	X	X						
Eng. São Carlos USP	X	X	X				X	X	X	X								
Eng. São Carlos USP/1ª fase							X	X	X	X								
MAPOFEI													X	X	X	X	X	X

As questões foram submetidas à análise de conteúdo (MORAES, 1999), o que resultou em algumas dimensões, cada uma delas se desdobrando em um conjunto homogêneo de categorias mutuamente excludentes. As dimensões são as seguintes: *precisão*, relativa à utilização correta de conceitos e à redação precisa da questão; *unicidade de resposta*, seguindo a definição de Echeverría e Pozo, (1998, p. 21), segundo a qual um problema é "mal definido" quando admite "várias soluções diferentes entre si, todas elas válidas como forma de resolver o problema, por meio de métodos também diferentes e igualmente válidos"; *tipo de questão*, adotando a definição de (POZO; GÓMEZ CRESPO, 1998, p.80), que classifica como qualitativas as questões que o aluno "resolve através de raciocínios teóricos, sem necessidade de apoiar-se em cálculos numéricos", e quantitativas aquelas nas quais o aluno "deve manipular dados numéricos e trabalhar com eles para chegar a uma solução, seja ela numérica ou não, em uma estratégia de resolução fundamentalmente baseada no cálculo matemático, na comparação de dados e na utilização de fórmulas"; *assunto incluído no FF*, onde se registrou, simplesmente, se a questão abordava algum assunto que, posteriormente, viria a ser incluído na primeira edição do FF; e, finalmente, *grau de dificuldade* da questão, em uma escala de 1 a 4. A Tabela 2 mostra as dimensões e categorias.

O processo de análise foi realizado em duas etapas: inicialmente, um subconjunto das questões foi analisado por ambos os autores deste artigo. Dimensões e categorias surgidas a partir desta amostra foram, então, detalhadamente discutidas, até que se chegasse a um consenso. Só então foi analisado o restante das questões, o que foi feito somente pelo primeiro autor.

Tabela 2 - Dimensões e categorias utilizadas na análise das questões.

Dimensão	Categoria
Precisão	Imprecisa
	Precisa
Unicidade de resposta	Admite múltiplas respostas
	Tem resposta única
Tipo de questão	Quantitativa
	Qualitativa
Assunto incluído no FF	Assunto não incluído no FF
	Assunto incluído no FF
Grau de dificuldade	1 - Aplicação simples de um conceito da Física
	2 - Aplicação sofisticada de um conceito ou aplicação simples de mais de um conceito
	3 - Aplicação sofisticada de vários conceitos
	4 - Nível acima do que se pode exigir em uma prova de admissão para o Ensino Superior

IV. Exemplos de categorização

Dimensão precisão

Questão 1 - Mauá Engenharia-68

Um voltômetro não serve para medir a f.e.m. de um gerador porque:

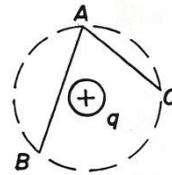
- a) tem pequena sensibilidade*
- b) não tem escala adequada*
- c) seu funcionamento baseia-se na passagem de corrente*

Ao formular a Questão 1, o examinador tomou como válidas condições antigas, verdadeiras até o início do século XX, quando a resistência interna de um gerador não era desprezível comparada com a resistência interna de um voltímetro, o que tornava relevante a corrente no voltímetro (resultando na resposta *c*). No entanto, quando a questão foi formulada, voltímetros e pilhas comerciais já operavam praticamente como dispositivos ideais dentro das condições normais de trabalho; portanto, para medir a f.e.m de uma pilha, bastava, simplesmente, ligar um voltímetro a seus terminais. Um técnico profissional de eletrônica, por exemplo, acostumado a usar voltímetros, nem compreenderia a pergunta. Assim, a questão parte de um pressuposto incorreto, sendo, portanto, *imprecisa*.

Dimensão unicidade de resposta

Questão 2 - Mauá Engenharia 66

No campo elétrico criado pela carga q , uma outra carga, suficientemente pequena para não perturbar o campo existente, é levada de B para A e depois de A para C. Em qual trajetória o campo realiza trabalho maior? Justificar.



Não há dúvida sobre a resposta correta da Questão 2: o trabalho é nulo nos dois casos. No entanto, há multiplicidade de respostas na sua justificativa. A justificativa mais imediata seria que "os três pontos têm mesmo potencial", porém, um candidato mais amadurecido poderia considerar que isso não é uma justificativa, mas uma consequência de o trabalho ser nulo, e que a justificativa teria que partir da forma como se comporta a força eletrostática. Uma possibilidade de justificativa, nessa linha, seria partir do pressuposto de que a força eletrostática é conservativa e provar que o trabalho é nulo para a trajetória circular, sendo, portanto, nulo para qualquer outra trajetória. Por isso, essa questão *admite múltiplas respostas*.

Questão 3 - Escola Politécnica da USP – 63

Definir e explicar brevemente: a refração da luz; o desvio e a dispersão de um feixe de luz branca.

Na Questão 3, um candidato poderia optar por uma resposta de base empírica, explicando o que é refração da luz a partir de experiências de desvio da luz num dióptro plano, e depois relatar que diferentes luzes monocromáticas teriam diferentes desvios, o que explicaria a dispersão da luz branca. Outro candidato, entendendo que a exposição de fatos empíricos não constitui uma explicação, poderia construir uma resposta baseada no modelo ondulatório da luz. Por isso, essa questão *admite múltiplas respostas*.

Questão 4 - FEI – 58

Explique por que a camada de gelo que se forma em torno do evaporador, em um refrigerador elétrico, deve ser eliminada regularmente.

Essa resposta envolve, necessariamente, o fato de o gelo ser um mau condutor de calor. Consideramos que essa questão *tem resposta única*.

Dimensão tipo de questão

Questão 5 - FEI-62

Qual deverá ser a distância focal da lente de uma lanterna de projeção destinada a projetar um diapositivo de 3x4 cm com as dimensões de 30x40 cm sobre uma tela situada a 7 m de distância da lente? (Fazer esquema).

A partir dessa posição, desloca-se a lente de 70/11 cm, aproximando-a do diapositivo. Onde se formará a imagem nessa situação nova?

Questão 6 - Mauá Engenharia-64

Uma locomotiva puxa um trem. Como a cada ação corresponde reação igual e contrária, o trem puxa a locomotiva. A resultante destas duas forças opostas é nula e assim sendo, não pode haver movimento. Esclarecer o que há de errado nesta conclusão, explicando porque o trem se movimenta.

A Questão 5 é *quantitativa*. A Questão 6 é *qualitativa*.

Dimensão assunto incluído no FF

Questão 7 - Mauá Eng – 66

Estabelece-se um sistema de unidades com volume (V), pressão (p) e aceleração (a) como grandezas fundamentais. Determinar nesse sistema a equação dimensional da potência.

A análise dimensional não foi incluída na primeira edição do FF; assim, para essa questão, tem-se *assunto não incluído no FF*.

Dimensão dificuldade

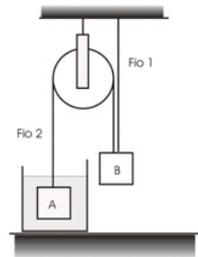
Questão 8 - Mauá Engenharia – 68

Dois corpos A e B, de mesmo peso, flutuam num mesmo líquido. Tais corpos:

- estão sujeitos a empuxos iguais
- têm densidades absolutas iguais
- têm volumes iguais.

Questão 9 - MAPOFEI – 70

A figura mostra dois corpos A e B de 10 kg de massa cada um, presos a um fio flexível, inextensível, identificado pelo número 2, que passa por uma polia de eixo fixo e de massa desprezível. O corpo A tem volume de 10.000 cm^3 e está imerso num líquido de massa específica 1.000 kg/m^3 . O fio 1, que mantém inicialmente o sistema em equilíbrio, é cortado num determinado instante.



Desprezando a massa dos fios e adotando nos cálculos a aceleração da gravidade 10 m/s^2 , determinar:

- as tensões nos fios 1 e 2 antes de cortar o fio 1;
- a tensão no fio 2 e a aceleração do sistema, logo após o corte do fio 1;
- a tensão no fio 2 e a aceleração do sistema, após o corpo A sair completamente do líquido.

À Questão 8, foi atribuído grau de dificuldade = 1. À Questão 9, foi atribuído grau de dificuldade = 3.

V. Resultados

Durante a resolução/categorização das questões, chamou atenção a menor incidência de questões qualitativas nos últimos anos do período estudado. Com o gráfico da Fig. 1, isso fica evidente: os vestibulares analisados continham questões qualitativas somente até 1968. Este resultado mostra que a banca examinadora do vestibular unificado de engenharia (MAPOFEI) fez uma opção clara: formular apenas questões quantitativas.

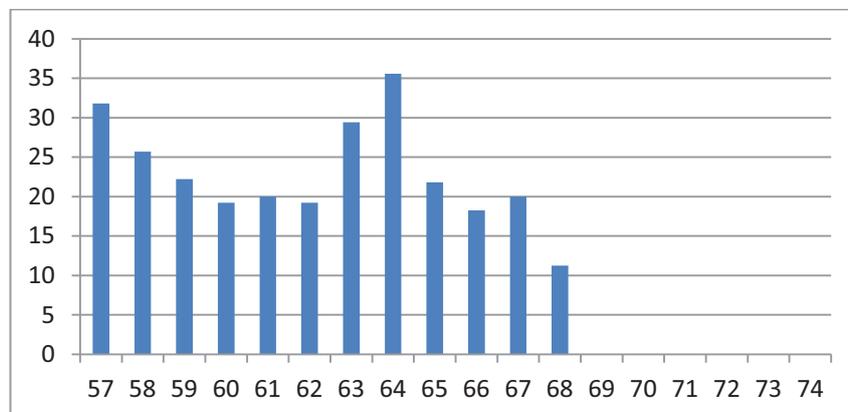


Fig. 1 - Porcentagem de questões qualitativas de 1957 a 1974.

Surgiu, então, a pergunta: por que teriam sido abandonadas as questões qualitativas? Na busca de uma hipótese para explicar esta decisão, e lembrando que o problema de provas mal formuladas era relevante, conforme apontamos na contextualização histórica, fizemos a análise das questões em relação à precisão e à unicidade de resposta no período anterior à unificação, ou seja, de 1957 a 1968.

A Fig. 2 mostra que, nesse período, a incidência de questões imprecisas foi quase duas vezes maior nas questões qualitativas do que nas quantitativas. A Fig. 3 mostra que a incidência de questões com respostas múltiplas foi aproximadamente quatro vezes maior nas questões qualitativas.

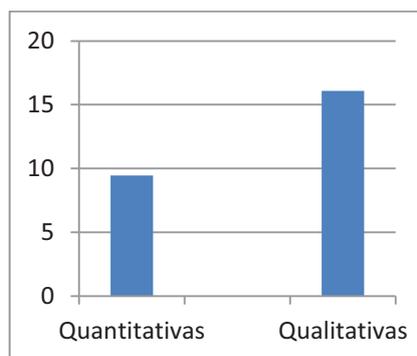


Fig. 2 - Porcentagem de questões imprecisas entre 1957 e 1968.

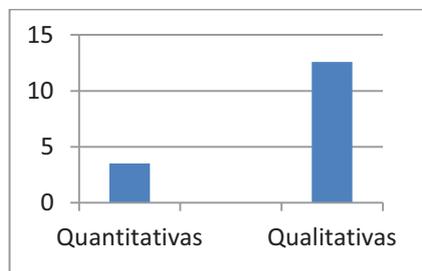


Fig. 3 - Porcentagem de questões com respostas múltiplas entre 1957 e 1968.

Fazendo essa mesma análise para as questões exclusivamente quantitativas do período de 1969 a 1974, não encontramos nenhuma questão com multiplicidade de respostas e localizamos apenas 1% de questões imprecisas.

Questões com imprecisão são inegavelmente problemáticas, enquanto que questões com respostas múltiplas podem trazer dificuldades para o processo de avaliação, dificuldades estas que se acentuam em um concurso unificado em grande escala. Daí, pode-se cogitar que esta tenha sido a razão que tenha levado a MAPOFEI a optar por exames exclusivamente quantitativos.

Com relação à categoria *grau de dificuldade*, a Fig. 4 mostra que as questões quantitativas se tornaram mais difíceis a partir da unificação.

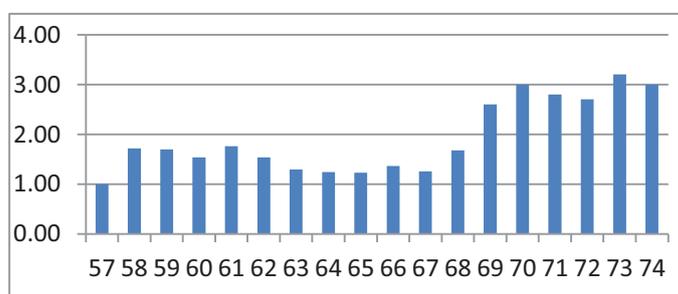


Fig. 4 - Grau de dificuldade média das questões quantitativas de 1957 a 1974.

Finalmente, vemos na Fig. 5 que somente até 1969 havia questões abordando assuntos que posteriormente não viriam a ser incluídos no FF.

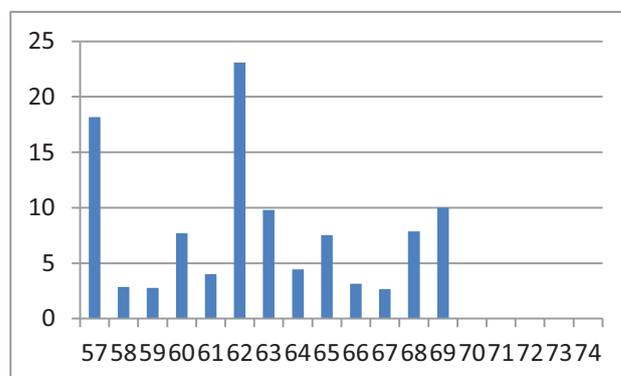


Fig. 5 - Porcentagem de questões abordando assuntos não incluídos no FF, de 1957 a 1974.

VI. Discussão dos resultados

Destacam-se nos resultados a opção da banca examinadora do vestibular unificado por questões quantitativas e com alto grau de dificuldade, possivelmente com o objetivo de obter uma distribuição de notas que permitisse discriminar claramente o grupo de candidatos a ser selecionado em uma prova classificatória de grande escala. Decorridos cinco anos a partir dessa opção, surgiu o FF, basicamente na forma de um manual de preparação para aquele exame, ou seja, um livro voltado para alunos que se preparavam para uma prova com questões quantitativas e difíceis. Provavelmente, o FF desempenhava bem esta função para a qual ele foi criado. O problema aconteceu quando, talvez por facilitar o trabalho do professor, ele se tornou um êxito comercial e protótipo para muitas outras obras. *O resultado foi que uma parcela majoritária de nossos estudantes, que não tinham interesse especial pela Física e apresentavam importantes falhas na sua formação na escola fundamental, passaram a ter aulas de Física como se fossem se preparar para uma prova quantitativa e difícil.* Retomando o primeiro parágrafo deste artigo, vemos, aqui, um dos fatores que acabaram contribuindo para a abordagem excessivamente matematizada da Física em nosso Ensino Médio: a institucionalização dos livros baseados nas apostilas dos preparatórios para engenharia como material didático no ensino regular.

A atividade proposta aos alunos nas primeiras edições do FF era a resolução de questões quantitativas nos moldes do vestibular. O cerne do problema é que

questões de vestibular têm a função de selecionar uma minoria dentro de um grupo de milhares de candidatos, o que, visto pelo lado complementar, significa que elas devem reprovar a maioria. Com os livros didáticos baseados em apostilas, *elevou-se ao nível de ferramenta pedagógica algo que foi concebido com o objetivo de reprovar a imensa maioria dos candidatos em um processo seletivo*. Daí uma possível razão para a atitude negativa de nossos estudantes frente à Física. Muitas vezes, eles acabam por se considerar incompetentes, quando, na verdade, o que acontece é que eles são, simplesmente, a maioria, que necessariamente tinha que ser excluída naquele processo seletivo. Em outras palavras, passadas algumas décadas, esses instrumentos, transplantados das apostilas para os livros e, depois, de um livro para outro, continuam desempenhando sua função original de exclusão, agora no reduto da própria escola.

Aqui, cabe uma ressalva importante: há outros livros, lançados anteriormente ao FF, como *Física*, de Beatriz Alvarenga e Antônio Máximo, *Física para o Científico e o Vestibular*, de Dalton Gonçalves e *Física – Escola Nova*, de A. A. Nora Antunes, que também visavam ao aluno candidato ao vestibular e também tratavam a Física de uma forma altamente matemática. No entanto, alguns desses livros sempre tiveram sua adoção circunscrita a escolas de elite, como é o caso dos dois primeiros, ou, simplesmente nunca foram significativamente adotados, como é o caso do terceiro. Portanto, não tiveram o alcance do FF e não foram tomados como modelo. Nenhum deles pode ser considerado protótipo de uma geração de livros, como aconteceu com o FF.

Outro aspecto importante desse processo é que, a partir da criação da MAPOFEI, o fato de se utilizarem questões quantitativas difíceis permitiu que a banca examinadora formulasse questões que focalizavam somente as leis mais importantes da Física, abandonando descrições de aplicações tecnológicas e procedimentos experimentais. Resultado da compilação deste “conhecimento examinável” (GOODSON, 1995, p. 29), em 1975 surge no mercado editorial o FF. Daí se compreende o que é mostrado na Fig. 5: até 1969, sempre houve alguma divergência entre os assuntos abordados nos exames e o corpo de matérias que viria a ser incluído no FF, mas, a partir de 1970, esta divergência desaparece.

Pode-se dizer que houve uma redefinição da disciplina de Física no Ensino Médio a partir das mudanças nos vestibulares, mas o processo não nasceu nas bancas examinadoras. Nessa mesma época, no ensino superior, as disciplinas introdutórias de Física reorganizavam-se por uma série de livros didáticos, dos quais o mais notável foi *Física*, de Halliday e Resnick, lançado na década de 60. Irradiada a partir desses livros, essa reorganização repercutiu na banca do MAPOFEI e,

consequentemente, no FF. *O problema é que o “Halliday” e seus congêneres eram livros destinados a estudantes universitários das chamadas ciências exatas, e o MAPOFEI era um exame para candidatos a escolas de Engenharia, enquanto que o FF, ao se espalhar e se tornar padrão para ensinar Física, atingia todo tipo de aluno.*

Outro ponto que deve ser destacado neste trabalho é que as questões qualitativas, dentro do universo observado, apresentaram maior incidência de imprecisão ou multiplicidade de respostas, o que sugere ser mais problemático formular questões de Física deste tipo em concursos de seleção. Quando a questão envolve apenas cálculos, fórmulas, gráficos ou demonstrações matemáticas, é mais fácil elaborar questões com precisão e é mais provável que a resposta seja única. Em outras palavras, com questões quantitativas, a banca examinadora corre menos risco. Por exemplo, uma questão do tipo da Questão 1 exige que o formulador esteja tecnicamente atualizado para fazer a afirmação inicial do enunciado, o que não seria necessário se fosse dado um valor de resistência interna de um voltímetro e pedido que se calculasse, por exemplo, o erro introduzido na medida, já que não se estaria afirmando que aquilo ocorreria efetivamente na prática. Já a Questão 2 e a Questão 3, ambas qualitativas, podem ser excelentes para serem discutidas na sala de aula, justamente pela riqueza das possibilidades que se abrem para a discussão; no entanto, formuladas de forma aberta em uma prova classificatória, podem resultar em múltiplas respostas corretas com diferentes níveis de profundidade, dificultando o estabelecimento do critério de avaliação.

Para terminar, ressaltamos que a utilização de questões qualitativas de Física em exames classificatórios de grande escala voltou a ser um tema extremamente relevante hoje, já que esta é, claramente, uma opção do ENEM. Na medida em que este exame muda de caráter e passa a funcionar como uma etapa de ingresso a muitas universidades, a problemática enfrentada pelos exames da década de 60 tem grande chance de reaparecer.

Referências bibliográficas

AUGÉ, P. S. **Uma experiência didática diferenciada e a atitude dos alunos frente ao ensino de ciências**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

CHIQUETTO, M. **Examinando exames: análise dos vestibulares que antecederam o lançamento do livro "Fundamentos da Física"**. 2010. Dissertação (Mes-

trado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.

ECHEVERRÍA, M. P.; POZO, J. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. (Org.) **A solução de Problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 13-41.

GOODSON, I. **The making of curriculum: Collected essays**. 2. ed. Abington (Reino Unido): Routledge, 1995.

MENDONÇA, A. W. P. C. A universidade brasileira em questão: o debate sobre a reforma universitária no Brasil nos anos 1950/1960. In: MAGALDI, A.; ALVES, C.; GONDRA, J. G. (Org.) **Educação no Brasil: história, cultura e política**. Bragança Paulista: EDUSF, 2003. p. 505-524.

MENEGOTTO, J. **Atitudes de estudantes do Ensino Médio em relação à Física**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Educação**, v. 37, n. 22, p. 7-32, 1999.

ORTEGA, J. L. N. A.; MATTOS, C. R. **A questão da sintaxe e da semântica para a negociação de significados no ensino de Física**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI, 2008, Curitiba. **Atas...**

PEDUZZI, L. O. Q.; PEDUZZI, S. S. Sobre o papel da resolução literal de problemas no Ensino de Física: exemplos em Mecânica. In: PIETROCOLA, M. (Org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 101-123.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 93-114, 2002.

POZO, J.; GÓMEZ CRESPO, M. A solução de problemas nas ciências da natureza. In: POZO, J. (Org.) **A solução de Problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a Física do Ensino Médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.

ROMANELLI, O. **História da Educação no Brasil**. 33. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

WUO, W. **A Física e os livros**: uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio. São Paulo: Editora da PUC-SP, 2000.