

# A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NOS CURSOS DE ENGENHARIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Leonardo dos Santos Cunha<sup>1</sup>; Mikael Frank Rezende Junior<sup>2</sup>; Agenor Pina da Silva<sup>2</sup>; André Garcia Chiarello<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Itajubá, Curso de Mestrando em Física e Matemática Aplicada  
Av. BPS 1303, Pinheirinho  
CEP: 37500-903, Itajubá, MG  
leonardodoss Cunha@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Ciências Exatas  
Av. BPS 1303, Pinheirinho  
CEP: 37500-903, Itajubá, MG  
mikael@unifei.edu.br ; agenor@unifei.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Itajubá, Instituto de Engenharia Mecânica  
Av. BPS 1303, Pinheirinho  
CEP: 37500-903, Itajubá, MG  
andregc@unifei.edu.br

**Resumo:** *Este trabalho tem o objetivo de analisar a presença da Física Moderna e Contemporânea nos cursos de engenharia do estado de Minas Gerais. Tendo como referência principal o endereço eletrônico oficial de consultas do MEC, foram obtidas informações sobre todos os cursos de engenharia (nas diversas modalidades) do estado de Minas Gerais no período compreendido entre os meses Abril e Julho de 2007. A partir dos dados coletados, foram analisadas as informações sobre o enfoque dos cursos, as instituições ofertantes, a carga horária total dos cursos, a carga horária das disciplinas de Física e a quantidade de horas das disciplinas, e/ou partes de disciplinas, que contemplam Física Moderna e Contemporânea. Da análise realizada, a principal conclusão está vinculada a limitada carga horária destinada a Física Moderna e Contemporânea nos cursos de engenharia no estado de Minas Gerais*

**Palavras-chave:** *Ensino de Engenharia, Física Moderna e Contemporânea, Minas Gerais*

## 1. INTRODUÇÃO

O surgimento da engenharia e, conseqüentemente, de todas as suas decorrências, causaram um grande impacto na sociedade em geral. Atualmente, não é mais possível discutir seus efeitos sem pensar na influência que ela produz na sociedade, economia e cultura. Assim, o profissional em engenharia, dentre suas atividades técnicas, está também submetido às necessidades tecnológicas da economia e sociedade. A tecnologia, embasada num construto científico sólido, traz consigo a necessidade de se apoiar em conhecimentos para compreender

os fenômenos nela envolvidos. A Física, por exemplo, ciência responsável pela descrição de alguns desses fenômenos, deve estar presente com profundidade nos currículos de profissionais diretamente ligados ao desenvolvimento científico-tecnológico, para assim, melhor prepará-los para o futuro.

Considerando a Física Moderna e Contemporânea<sup>1</sup> (FMC) uma parte integrante desse conhecimento e, lembrando que ela rege o funcionamento de aparelhos eletrônicos e os fenômenos que fogem à realidade do conhecimento da Física Clássica (FC), torna-se importante abordá-la com profundidade nos cursos tecnológicos, pois, atualmente, os conhecimentos científicos de FMC estão profundamente ligados a diversas aplicações concretas no campo da engenharia, influenciando diretamente as áreas social, econômica e cultural.

Países que investiram e investem grande parte do seu PIB no seu estudo, colhem frutos de suas descobertas. Um exemplo muito interessante é a descoberta do transistor, que revolucionou a indústria eletrônica e trouxe grandes ganhos econômicos para os EUA.

*Os Estados Unidos investem, aproximadamente, metade dos recursos mundiais para pesquisa e desenvolvimento experimental (P&D), possuem a maior infra-estrutura científica e tecnológica do planeta e o maior e mais exitoso sistema universitário voltado para a pesquisa. Isto, tem-se traduzido, por exemplo, no recebimento de mais de 200 prêmios Nobel a partir de 1901. O enorme esforço das suas empresas em P&D, inclusive na pesquisa básica, verifica-se pelos elevados investimentos. A título de ilustração tem-se, por exemplo, os Laboratórios Bell, da American Telephone and Telegraph (A.T.T.), empresa líder na área de comunicações, que empregavam, em 1990, cerca de 3.430 Ph.Ds, sendo responsáveis, entre outras coisas, pela invenção do transistor, do laser, da célula solar, e produção dos metais superpuros e do primeiro satélite de comunicações. (PIRRÓ e LONGO, 2001, p.2)*

Já no cenário brasileiro, nas últimas décadas, existiu um esforço considerável no sentido de construir uma infra-estrutura propícia à inovação tecnológica. Pode-se considerar que o país teve um sucesso parcial nessa empreitada face aos notórios resultados alcançados no campo científico em quase todas as especialidades. Porém, reconhece-se que no campo tecnológico o avanço tem sido modesto, fato que pode ser atribuído a diversas razões que variam desde o fracasso educacional na educação básica até os simplórios investimentos na área de desenvolvimento tecnológico (BANCOVSKY, 2004).

Reconhecendo as adversidades advindas de diversas fontes, no presente trabalho propomos uma análise da atual estrutura curricular proposta pelas instituições que oferecem os cursos de engenharia no Brasil, particularmente no estado de Minas Gerais, no intuito de discutir a necessidade de se reavaliar as prioridades e necessidades por elas apresentadas já que se baseiam numa estrutura que não fornece ao profissional o embasamento necessário para acompanhar a rápida evolução tecnológica presente no cenário mundial (Perfoll e Rezende Jr, 2006). Esse fator torna-se visível quando se observa a falta de espaço em expor conteúdos de FMC nas suas grades curriculares. Essa idéia se solidifica ainda quando se busca referência nas diretrizes curriculares nacionais para cursos de engenharia<sup>2</sup> que não expõem nenhuma proposta clara para inserção desses elementos.

Diante do cenário acima exposto e dos desafios enfrentados pelas Instituições de Ensino Superior, além da importância da contínua evolução do ensino e da pesquisa, particularmente, em engenharia, área mais diretamente envolvida e afetada pelo avanço tecnológico, torna-se

---

<sup>1</sup> Denomina-se Física Moderna e Contemporânea a Física constituída após o século XX, composta principalmente pela Física Quântica (FQ), Relatividade e suas decorrências científicas.

<sup>2</sup> Diretrizes Curriculares para engenharia – Parecer n° CNE/CES 1362/2001

essencial à inserção de uma nova concepção em engenharia, começando pela atualização da própria Física, que pode ser um pequeno começo para se sair dessa estagnação científico-tecnológica provocada por esse descaso com os cursos tecnológicos.

*A retomada do crescimento do país, mantida a atual conjuntura global, somente poderá ser alcançado se o Brasil puder criar e manter sólidas estruturas internas de escala de produção que possam valer-se de ambientes de excelência dedicados à geração de conhecimentos, de tecnologia proprietária, de pesquisas, de produtos e de serviços autóctones inovadores, mesclados com conhecimentos, produtos e serviços externos quando e se fizerem complementares. (BANCOVSKY, p.7, 2004)*

Nesse sentido, o objetivo aqui proposto é obter um panorama da real situação da FMC no estado de Minas Gerais, fazendo-se uma análise da sua presença nas grades curriculares dos cursos de engenharia.

## **2. OS CURSOS DE ENGENHARIA E A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA**

Atualmente, existem vários cursos de engenharia no Brasil, cobrindo praticamente todas as áreas de atuação do engenheiro. No passado, os cursos de engenharia brasileiros se restringiam nas áreas de engenharia civil, elétrica, mecânica, incluindo aí a engenharia militar.

Naquela época, o engenheiro recém formado ingressava no mercado de trabalho com relativa facilidade devido à disponibilidade de postos de trabalho e também devido às exigências requeridas. Entretanto, esta situação foi se modificando gradativamente por várias razões, entre elas, pode-se citar: diminuição de oferta de empregos para engenheiros, aumento da oferta de cursos em engenharia, rápida evolução do conhecimento tecnológico exterior aliado a modelos educacionais inadequados para ensino de tecnologias novas. Estes fatores levaram a um maior distanciamento entre o conhecimento tecnológico disponível e o conhecimento tecnológico ensinado nas salas de aula (COLENCI, 2000).

Como então os cursos de engenharia no Brasil devem abordar o ensino de tecnologia se, em grande parte, esta tecnologia é desenvolvida nos centros de pesquisa e empresas dos países desenvolvidos? Para responder esta pergunta, deve-se lembrar que grande parte das novas tecnologias se sustenta com base nos fundamentos da FMC, Química, Ciência dos Materiais e da Computação. O aluno de engenharia necessita uma sólida formação nestas ciências para poder não só compreender os novos avanços tecnológicos, mas também, poder desenvolver tecnologia moderna genuinamente nacional. Neste sentido é que a FMC ganha sua importância dentro do ensino de engenharia. Aplicações tecnológicas recentes da FMC estão em evidência e contribuem significativamente para o balanço de pagamentos dos países que detêm novas tecnologias.

## **3. METODOLOGIA**

Através do endereço eletrônico do MEC<sup>3</sup>, foram obtidas informações sobre todos os cursos de engenharia (diversas modalidades) do estado de Minas Gerais no período compreendido entre os meses Abril e Julho de 2007, como suas cargas horárias mínimas e o tipo de instituição (Privada, Estadual, Municipal ou Federal). Após ser feita a primeira coleta em um endereço de referência oficial, partimos para o confronto de dados entre o resultado obtido através site do MEC e outra fonte de dados, como por exemplo, o Guia do Estudante,

---

<sup>3</sup> Como exemplo, a série de Livros Halliday e Resnick; Sears e Zemansky; Serway

dentre outros, a fim de detectar possíveis divergências. De fato, há diversas referências no site do MEC desatualizadas, e que divergem de outras fontes.

Após serem identificados os cursos e suas especializações no estado de Minas Gerais, partiu-se para a obtenção dos dados nos sites institucionais, sendo que a partir desse momento surgiram alguns problemas muito frequentes que geraram dificuldades para se encontrar informações, pois as mesmas nem sempre estavam disponíveis nas páginas web dos cursos, dentre as quais destacamos, principalmente, a dificuldade de encontrar a grade curricular atualizada dos cursos e suas ementas. Com os dados institucionais coletados, construímos uma tabela contendo informações sobre o tipo de curso (Por exemplo: Engenharia Mecânica, Elétrica), sobre a instituição que o fornecia, carga horária total dos cursos de engenharia, carga horária das disciplinas de Física e a quantidade de horas da disciplina que a continha FMC.

Uma vez preenchida a referida tabela, partiu-se para a segunda fase do trabalho, a seleção dos cursos que possuíam informações completas. Os pré-requisitos adotados para considerá-los completos eram: ter a carga horária total, carga horária de Física (obtida pela soma de todas as horas de Física dos cursos), carga horária da disciplina que possuía tópicos de FMC, e a carga horária do curso de FMC. Além disso, buscamos encontrar informações, através das ementas, sobre o conteúdo de FMC, nesse caso, especificamente sobre FQ e Relatividade. (Em relação à exposição de dados via WEB, identificou-se que os cursos que mais disponibilizam suas ementas foram os de engenharia elétrica e produção, justamente por terem a maior oferta no estado e por serem muito procurados por aspirantes a engenheiros).

Em toda a pesquisa, para procurar os tópicos de FMC, analisou-se todas as disciplinas chamadas de Física e Estrutura da Matéria, pois não se observou a presença dela em outras disciplinas fora do conjunto das disciplinas de Física, ou com uma nomenclatura diferente do que já foi apresentado. Curiosamente, a maioria das disciplinas que continham FMC, apresentava também tópicos de ondas e óptica, sendo em algumas exceções, apresentada em termodinâmica. Quando era apresentada isoladamente, abrangia tópicos de FQ, relatividade, Física Nuclear, e geralmente recebia o nome de Física IV.

Encontradas as disciplinas que continham FMC, buscou-se estimar a quantidade de horas nos cursos cuja FMC estava integrada num conjunto de outras matérias. Para isso, assumiu-se que ela correspondia a 1/3 do total de horas da disciplina na qual ela estava integrada. Esta estimativa foi feita fazendo-se uma média quantitativa da aparição do conteúdo de FMC nos livros didáticos classicamente utilizados no ensino superior<sup>4</sup>. Isto é, assumimos que se o livro didático é uma referência sólida, a escolha deste número parece ser bastante razoável. Assim, por exemplo, para estimar o número de horas de FMC para uma disciplina que contém óptica, ondas e FMC, multiplica-se o total de horas da disciplina por 33%. Concluindo essa etapa, partimos para a análise de dados.

#### **4. ANÁLISE DE DADOS**

Da coleta de dados, foi obtido um total de 156 cursos de engenharia no estado de Minas Gerais, sendo 56 cursos provenientes de instituições públicas e 100 de instituições privadas, dentre os quais, 46% do total de cursos apresentavam dados incompletos, sendo que a ampla maioria dos dados incompletos, da ordem de 95%, era proveniente de instituições privadas. Nessa estimativa inicial, 54% dos cursos analisados apresentavam dados completos, sendo que nesse conjunto, as instituições de ensino superior públicas mostraram uma preocupação maior com a divulgação de suas ementas e grades curriculares, representando um total de 95%

---

<sup>4</sup> [http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/funcional/busca\\_curso.stm](http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/funcional/busca_curso.stm) acessado entre abril e julho de 2007.

dos cursos que possuíam dados completos. Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise dos dados que obtivemos. A última coluna representa a soma das cargas horárias das disciplinas que continham FMC com as das disciplinas cujo conteúdo era apenas de FMC.

Tabela 1 - Dados referentes à média de horas das instituições

Instituições	Média de horas dos cursos	Média de horas de Física	Média de horas das disciplinas que contêm FMC	Média de horas de FMC
<b>Públicas</b>	3778	289	43	20
<b>Privadas</b>	3683	254	40	15
<b>Públicas e Privadas</b>	3734	273	42	17

De acordo com as diretrizes para cursos de graduação<sup>5</sup>, os cursos de engenharia devem ter no mínimo 3600 horas, sendo que 30% da carga horária total compõem um arcabouço de disciplinas básicas, em que está incluída a Física. Fazendo uma comparação com os dados obtidos, verifica-se que em média, o número total de horas dos cursos de engenharia provenientes de instituições públicas é geralmente maior do que os de instituições privadas. Em termos percentuais, pode-se afirmar que apenas 7% da carga horária total dos cursos são destinadas ao conteúdo de Física. O conteúdo de FMC representa apenas 0,5% da carga horária total dos cursos (e 6% da carga horária das disciplinas de Física). Isso demonstra que quando a FMC está presente nas grades curriculares dos cursos, destina-se a ela uma parcela muito pequena de tempo.

Utilizando-se os dados completos, conseguimos obter a quantidade de cursos no estado de Minas Gerais que incluem tópicos de FMC nos seus respectivos currículos (vide a Figura 1). Para uma melhor visualização, optou-se em fornecer um valor percentual para todas as modalidades, tanto instituições públicas quanto instituições privadas.

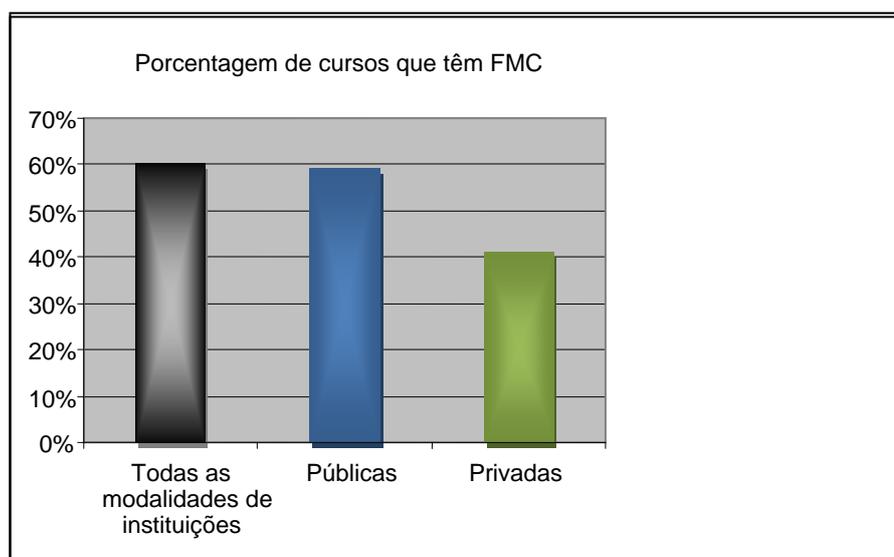


Figura 1 - Percentual de cursos que têm FMC

<sup>5</sup> Diretrizes Curriculares para cursos de graduação – Resolução CNE/CES nº 2/2007

Observa-se da Figura 1 que instituições públicas têm uma preocupação maior com a FMC do que as instituições privadas, sendo que ela está presente em 59% dos cursos, contra os 41% das instituições de natureza privada. Esta diferença de percentual se deve principalmente a dois fatores: o primeiro é o alto custo de implantação e manutenção de laboratórios de Física para ensino de cursos de graduação em engenharia e o segundo fator, é a maior presença de pesquisadores doutores nas instituições públicas com capacidade para implementar projetos de pesquisa financiados por agências de fomento governamentais.

A Resolução CNE/CES número 2/2007 exige que todos os cursos de engenharia no Brasil tenham, no mínimo, um total de 3600 horas de atividades, incluindo neste valor as atividades de estágio e atividades complementares obrigatórias. Entretanto, verifica-se que, até a presente data, muitos cursos de engenharia possuem um total de horas de atividades obrigatórias, principalmente os cursos de engenharia energia, produção, elétrica e metalúrgica, abaixo do mínimo determinado pela Resolução CNE/CES 2/2007. Entretanto, os cursos de engenharia que não totalizam 3600 horas de atividades deverão adequar seus projetos pedagógicos a esta nova resolução.

Enfim, indiferente às cargas horárias dos cursos, em geral, todos abordam tópicos de FMC. Assim, podemos concluir que a apresentação da FMC não está vinculada ao tamanho da carga horária dos cursos ou a sua modalidade aparente.

## **5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS**

O objetivo do trabalho foi avaliar a presença da FMC nos cursos de engenharia do Estado de Minas Gerais. Para isso argüimos sobre sua influência na tecnologia e, conseqüentemente, sobre a necessidade de incluí-la em suas grades curriculares. Também foi feita uma análise da legislação para averiguar se existia algum tópico que alimentasse sua inserção nos cursos, porém, não foi encontrado nada específico que sugerisse sua inclusão.

A pesquisa feita revela que mais da metade dos cursos de engenharia do estado de Minas Gerais que foram analisados, incluem esses tópicos nas suas grades curriculares. Porém, não há uma informação concreta se esses tópicos estão realmente presentes em sala de aula.

Nota-se que não há uma diferença significativa entre a presença quantitativa de FMC nas IES públicas e privadas, porém, percebe-se que as IES públicas abordam a FQ com mais intensidade do que as instituições privadas. Observa-se também que muitos cursos que possuem uma ligação direta com a tecnologia, não apresentam os tópicos de FMC integrados nas suas grades curriculares.

Com relação à carga horária média destinada a FMC, pode-se afirmar que, em média, são destinadas cerca de 17 horas para se apresentar seus tópicos, ou seja, de uma média de 3778 horas dos cursos de engenharia em Minas Gerais, 0,5% se é destinado a FMC. Das 273 horas em média destinadas a todo conteúdo de Física, a FMC representa cerca de 6%.

Pode-se concluir assim que a FMC está presente numa boa quantidade de cursos de engenharia do estado, porém, com uma baixa carga horária que não se limita a cursos ou instituições específicas. Finalizando, em nenhum momento pretendeu-se esgotar o tema referente à presença da FMC nos cursos de engenharia, e sim oferecer um retrato da FMC nos cursos de engenharia do estado de Minas Gerais.

## BIBLIOGRAFIA

- BANCOVSKY, Paulo. **Os Serviços de engenharia no Brasil**. 2004. Disponível em: <[http://servicos.capes.gov.br/arquivos/avaliacao/estudos/dados1/2004/52002012/045/2004\\_045\\_52002012006P1\\_Prod\\_Tec.pdf](http://servicos.capes.gov.br/arquivos/avaliacao/estudos/dados1/2004/52002012/045/2004_045_52002012006P1_Prod_Tec.pdf)> Acessado em 07/08/2007
- BAZZO, W. A. **Introdução à Engenharia**, Editora da UFSC, Florianópolis, 2000.
- BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, v.134, n.248, p.27833-41, 23 de dezembro de 1996. Seção 1, Lei Darcy Ribeiro.
- BRASIL, MEC, **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia**. Parecer nº.: CNE/CES 1362/2001.
- BRASIL, MEC, Resolução nº 2, de 18 de Junho de 2007. Parecer nº.: CNE/CES 1362/2001.
- COLENCI, A. T. **O Ensino de Engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica**. 2000. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- HALLIDAY, D. ; RESNICK, R.; MERRILL, J. **Fundamentos da Física 1 – Mecânica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 1991. 300 p.
- PERFOLL, A. P e REZENDE Jr. M. F. A Física Moderna e Contemporânea e o ensino de Engenharia: Contexto e Perspectivas, In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2006, Passo Fundo. **Atas...** Passo Fundo: 2006.
- PIRRÓ, W. e LONGO, **“Reengenharia” do ensino de engenharia**. Uma necessidade. 2001. Disponível em: <<http://www.engenheiro2001.org.br/programas/971207a.doc>> Acessado em 07/08/2007
- PORTAL SIEDSUP. **Busca de Curso**. Disponível em: <[http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/funcional/busca\\_curso.stm](http://www.educacaosuperior.inep.gov.br/funcional/busca_curso.stm)> acessado em 06/04/2007.

## THE MODERN AND CONTEMPORARY PHYSIC IN THE ENGINEERING COURSES OF THE MINAS GERAIS STATE

**Abstract:** *This work analyze the presence of Modern and Contemporary Physic in engineering courses of the Minas Gerais State, starting from researches official's webpage about engineering courses in Brazil, between April and July of 2007. Of the accomplished analysis, the main conclusion is about the limitation and low destined workload to Modern and Contemporary Physic in engineering courses of the Minas Gerais State.*

**Keywords:** *Teaching of Engineering, Modern and Contemporary Physic, Minas Gerais State.*