J_8 – DISCIPLINAS DE FÍSICA EM CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

BORGES, José Carlos; FABRO, Marco Antonio; ROSA, Luiz Pinguelli; THOMÉ, José Carlos; FABRO, Marco Antonio; ROSA, Luiz Pinguelli; THOMÉ FILHO. Zieli Dutra – Instituto de Física – UFRJ

Este trabalho é uma análise dos resultados obtidos ao longo de 8 anos de ensino de disciplinas de Física para um curso de Pós-Graduação em Engenharia Nuclear, na Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ).

As disciplinas oferecidas são:

CON 002 - Física Clássica
CON 003 - Física Moderna
CON 710 - Mecânica Estatística
CON 713 - Física de Neutrons
CON 720 - Física Nuclear I
CON 721 - Física Nuclear II
Con 724 - Laboratório de Física Nuclear.

Algumas obrigatórias, outras optativas. Procuramos fazer um levantamento do rendimento dos alunos ao longo dos anos, tentando estabelecer relações entre os rendimentos e fatores tais como formação do estudante, livro texto adotado, etc.. Como essas disciplinas foram nos vários anos ministradas por diferentes professores, a interpretação dos resultados tem que ser feita com reservas.

Devido ao fato de não existir curso de graduação em Engenharia Nuclear, foi necessário introduzir-se no currículo do Programa de Engenharia Nuclear da COPPE disciplinas de Física necessárias ao entendimento dos processos nucleares.

A tabela I mostra essas diferentes disciplinas bem como as épocas em que foram oferecidas.

Observa-se que Física Clássica foi oferecida no período de preparação apenas nos anos de 70,71 e 72, época em

que havia a opção Física Nuclear no curso de Mestrado (esta opção deixou de existir quando do início do curso de mestrado do IF/UFRJ). Física Moderna, também oferecida no período de preparação, continua sendo ministrada principalmente porque não consta dos currículos de engenharia.

O período de preparação (janeiro e fevereiro de cada ano) caracteriza-se pelo caráter de nivelamento com o objetivo final de selecionar os melhores estudantes para as bolsas de estudo. Isto gera um processo competitivo, envolvendo as outras disciplinas e os graus finais não são absolutos, não sendo por isso arquivados.

Mecânica Estatística teve sua ementa alterada nos vários anos, ou para entender pequenas turmas de formação específica (por exemplo, químicos) ou visando disciplinas posteriores (por exemplo, Mecânica Quântica).

Física de Nêutrons, inicialmente uma disciplina complementar de aplicação da Mecânica Quântica, tomou posteriormente um aspecto mais voltado às caracteristicas intrínsecas dos nêutrons e seu comportamento nos fenômenos de interesse da Engenharia Nuclear.

Física Nuclear I é uma continuação de Fisica Moderna (que é realmente apenas Fisica Atômica) com ênfase nos processos nucleares (radioatividade, reações nucleares, etc.) sendo que em alguns anos, ela condensou na sua ementa os princípios básicos da mecânica quântica (anos em que a disciplina mecânica quântica não foi oferecida).

Física Nuclear II, uma disciplina mais especializada, visando desenvolvimento de teses na opção Física Nuclear, foi cancelada a partir de 73 devido ao curso do IF/UFRJ. Em 75 entretanto, foi reativada para atender alunos (essencialmente físicos) que desenvolveriam trabalhos de tese em Física de Reatores Teórica (estudos de seção de choque).

O Curso de Laboratório foi implantado em 70 visando minimizar as dificuldades encontradas no desenvolvimento de teses experimentais.

A disciplina Laboratório de Instrumentação Nuclear é obrigatória, sendo oferecida no 2º período, dando ao estu-

dante noções de Estatística, Eletrônica, Proteção Radiológica, Sistemas fundamentais para deteção de radiações nucleares e'manuseio do equipamento associado.

A disciplina Laboratório de Física de Reatores é optativa, sendo oferecida no 3º periodo essencialmente para os estudantes interessados em trabalhos de tese experimental na opção Física de Reatores. Restringe-se basicamente ao estudo do Reator Argonauta do IEN.

RESULTADOS

Pelos comentários anteriores, restringimos nosso levantamento estatístico às disciplinas constantes da tabela II. Achamos conveniente compor os estudantes apenas em três categorias, de acordo com sua formação: engenheiros, físicos e outros (incluídos aqui, químicos, astrônomos, matemáticos).

Na coluna I temos o número de estudantes que cursaram a disciplina (todos os anos) e na coluna II, a porcentagem em relação ao total. As colunas III, IV, V e VI apresentam respectivamente o número de alunos com graus A, B, C e D ou E, com as correspondentes porcentagens em relação ao subtotal de cada especialidade. (Lembramos que o grau A corresponde a excelente, B a bom, C a regular, e os graus D e E são reprovações).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Devido ao sistema de atribuição de graus normalmente adotado pelos professores da COPPE, procurar sempre relacionar os estudantes, não se preocupando apenas com seu rendimento absoluto, a distribuição de graus tende a uma curva normal, com média B.

Pelo fato das 3 disciplinas consideradas serem oferecidas em períodos diferentes (vide tabela I), observamos um melhor rendimento dos estudantes nas disciplinas de 2º período o que pode ser atribuído a uma adaptação dos mesmos ao sistema de ensino da pós-graduação.

A disciplina de Laboratório apresenta um rendimento

melhor em relação às disciplinas teóricas, por possibilitar ao aluno demonstrar melhor durante todo o curso, o seu real aprendizado (aulas práticas, relatórios, exame oral, etc.)

Quanto à formação do estudante, vemos que em Física Nuclear I, os engenheiros mostraram rendimento um pouco melhor apesar da matéria ser apenas uma revisão para os físicos. Isto talvez possa ser explicado pelo fato dos engenheiros serem os melhores alunos do vestibular, ou então, que os melhores físicos seguem pós-graduação em Física. Em Física Nuclear II, esta vantagem desaparece pelo fato da disciplina exigir bastante o desenvolvimento de formalismos já manuseados pelos físicos (por exemplo: Mecânica Quântica).

Na disciplina de laboratório nota-se o menor rendimento dos físicos, o qye evidencia uma deficiência das disciplinas experimentais dos cursos de graduação em física, enquanto que os cursos de engenharia possuem várias disciplinas práticas no período de especialização.

O bom desempenho da categoria outros, pode ser atribuído à grande presença de químicos, já com bastante vivência em trabalhos de laboratório.

CONCLUSÕES

As discussões anteriores devem ser encaradas com bastante reserva porque os resultados analisados foram coletados em condições diferentes nos vários anos, quais sejam:

(a) Vários foram os professores das disciplinas
(b) Os livros textos foram diferentes
(c) A composição anual das turmas (quanto às 3 categorias consideradas) variam bastante ao longo dos anos

Vemos finalmente que, apesar das flutuações observadas nas 3 categorias, para as 3 disciplinas analisadas com maior detalhe, os objetivos de compensar a inexistência de graduação em Engenharia Nuclear e homogeneização e embasamento dos estudantes do curso de Pós-Graduação têm sido atingidos de uma maneira satisfatória.

Tabela I

	ANO								PERÍODO			
	68	69	70	71	72	73	74	75	Preparação	1º	2º	3º
Física Clássica			X	X	X				X			
Física Moderna		X	X	X	X	X	X	X	X			
Mecânica Estatística (Termodinâmica)	X	X			*	*				X	X	
Física de Neutrons						X	X	X		X	X	
Física Nuclear I	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
Física Nuclear II		X		*	*						X	
Laboratório				X	X	X	X	X			X	≠

*Cursos oferecidos por outras unidades da UFRJ

≠Laboratório de Física de Reatores

TABELA II

	FÍSICA NUCLEAR I					
	I	II	III	IV	V	VI
FORMAÇÃO	Nº de alunos	%	A - %	B - %	C - %	D/E - %
Engenheiros	45	41	9 -20	24-53	7 -16	5 - 11
Físicos	40	36	8 -20	17-42	11-28	4 - 10
Outros	25	23	7 -28	7-28	8-32	3 - 12
TOTAIS	110	100	24 -22	48-44	26-24	12 - 10
	Física Nuclear II					
FORMAÇÃO	Nº de alunos	%	A - %	B - %	C - %	D/E - %
Engenheiros	12	40	3 -25	5 -42	3 -25	1 - 8
Físicos	15	50	5 -33	6 -40	4 -27	=
Outros	3	10	=	3-100	=	=
TOTAIS	30	100	8 -27	14-47	7 -23	1 - 3
	Laboratório					
FORMAÇÃO	Nº de alunos	%	A - %	B - %	C - %	D/E - %
Engenheiros	12	21	4 -33	6 -50	2 -17	=
Físicos	24	43	3 -13	15-62	5 -21	1 - 4
Outros	20	36	10 -50	9-45	1 - 5	=
TOTAIS	56	100	17 -30	30-54	8 -14	1 - 2

LIVROS TEXTOS ADOTADOS

CON 002 - Física Clássica

1. Goldstein, Classical Mechanics
2. Reitz - Milford, Foundations of Eletrornagnetic Theory

CON 003 - Física Moderna

1. Beiser, Conceitos de Física Moderna
2. Leite Lopes, Fundamentos da Física Atômica
3. Eisberg, Fundarnentals of Modern Physics
4. Koplan, Nuclear Physics
5. Semat, Introduction to Atomic and Nuclear Physics

CON 710 - Mecânica Estatística

1. Alonso Finn, Vol.3, Quantum and Statistical Physics

CON 713 Física de Neutrons

1. Beckurtz, Neutron Physics

CON 720 Física Nuclear I

1. Evans, The Atomic Nucleus
2. Enge, Introduction to Nuclear Physics
3. Kaplan, Nuclear Physics

CON 721 Física Nuclear 11

1. Notas de aula

CON 723 Laboratório de Instrumentação Nuclear

1. Price, Nuclear Radiation Detection
2. Notas de aula