

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENSINO

ENSINO INDIVIDUALIZADO EM FÍSICA  
E  
SEUS EFEITOS NA APRENDIZAGEM \*

Dissertação de Mestrado apresentada aos Cursos de Pós-Graduação em Educação da UFRGS e orientada pela Dra. Juracy C. Marques - Livre Docente em Psicologia - Coordenadora dos Cursos de Pós-Graduação em Educação da UFRGS.

BEATRIZ MARIA MIKUSINSKI ZAWISLAK

Professora Assistente do Departamento de Física do Instituto de Física da UFRGS

\* Trabalho parcialmente financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do SUL (FAPERGS).

Porto Alegre - 1976

Para meus Pais,

Fernando e

Paulo Antônio

## APRESENTAÇÃO

Nos últimos três anos temos desenvolvido nossas atividades de ensino na disciplina Física - FIS 101, do Departamento de Física da UFRGS. Trata-se de disciplina semestral oferecida em caráter obrigatório para alunos dos cursos de Agronomia, Arquitetura, Bio-Ciências, Farmácia e Geografia.

Temos observado que a modalidade de ensino tradicionalmente adotado na disciplina - basicamente aulas expositivas de grande grupo - não é adequada no sentido de atender a alunos de tão diferentes interesses profissionais e conseqüentemente com diferentes anseios.

Buscando subsídios em relatórios de pesquisas educacionais, verificamos que a abordagem de ensino mais favorável às diferenças individuais é a de ensino individualizado, como é o caso do ensino através de módulos - pequenas unidades de ensino com objetivos específicos, alcançáveis através de atividades opcionais que o aluno escolhe segundo seu estilo e vence de acordo com seu ritmo de aprendizagem.

O ensino modular vem sendo testado com muito sucesso em vários cursos e disciplinas. Nosso primeiro contato com este tipo de ensino deu-se na Universidade de McGill de Montreal, Canadá, onde tivemos a oportunidade de discutir com professores do seu Centro de Aprendizagem e Desenvolvimento - "Centre for Learning and Development" (CLD) - quando em visita a essa Universidade em 1972.

Com base nas características gerais de ensino individualizado modular, organizamos um referencial teórico que serviu de guia na estruturação e implementação do experimento que desenvolvemos no primeiro semestre de 1975 na disciplina FIS 101, acima mencionada, e cujos resultados relatamos no presente trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Um trabalho de pesquisa não é fruto de uma única pessoa, por isso cabe neste momento expressar nosso agradecimento a todos aqueles que contribuíram para a execução do presente trabalho.

À Dra. Juracy C. Marques pela orientação recebida ao longo do trabalho.

Ao colega Marco Antonio Moreira pelas sugestões na fase de montagem dos módulos.

Ao Dr. Gerald McClelland pelas observações feitas durante a análise dos resultados.

Aos professores, monitores e bolsistas que colaboraram durante a experiência.

Ao Instituto de Física, na pessoa de seu Diretor, Prof. Werner Mundt pelo substancial auxílio material, em termos de equipamentos e demais recursos de ensino.

À Faculdade de Educação, na pessoa de seu Diretor, Prof. Roberto Fachin pelo empréstimo do aparelho de "videotape".

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo auxílio financeiro.

A Erzeli Lima, Luci Zawislak e Livio Amaral pelo assessoramento nos programas de computador.

A Sergio Teixeira pelos desenhos das figuras do trabalho.

Ao Sr. Anibal Damaceno Ferreira pelo paciente trabalho de filmagem das aulas em V.T.

Ao Engenheiro Eletrônico Claudio Walter pela gravação em V.T. de uma aula sobre Acústica.

À Beatriz D'Arrigo pela datilografia da dissertação.

Ao Srs. Frutuoso Borba e Waldomiro da Silva Olivo pelo serviço de impressão.

A todos que de uma forma ou de outra cooperaram na execução deste trabalho, nosso muito obrigado.

## ÍNDICE GERAL

RESUMO	X
SUMMARY	XI
<b>1. <u>INTRODUÇÃO</u></b>	<b>1</b>
1.1 ENSINO TRADICIONAL	4
1.2 ENSINO INDIVIDUALIZADO	6
1.2.1 Breve Retrospecto Histórico	6
1.2.2 Organização de um Ensino Individualizado: Referencial Teórico	8
1.2.3 Vantagens e Desvantagens de Ensino Individualizado	20
1.2.4 Formatos Atuais de Ensino Individualizado	22
1.3 A FÍSICA E O ENSINO INDIVIDUALIZADO	25
1.4 A FIS 101 (FÍSICA PARA NÃO FÍSICOS) DA UFRGS E O ENSINO INDIVIDUALIZADO	28
1.4.1 Características de FIS 101 e Seus Alunos	29
1.4.2 Caracterização de Instrução Modular	34
1.4.3 O Modelo de Ensino Modular Proposto para FIS 101	37
1.5 O PROBLEMA	41
1.6 AS HIPÓTESES	43
1.7 DESTAQUE E DEFINIÇÃO DOS TERMOS-CHAVE DO TRABALHO	44
<b>2. <u>MÉTODO</u></b>	<b>47</b>
2.1 SUJEITOS	47
2.2 INSTRUMENTOS	50
2.2.1 Instrumentos de Sondagem	50
2.2.2 Instrumentos de Orientação	52
2.2.3 Instrumentos de Medida da Aprendizagem (Testes)	53
2.2.4 Materiais de Ensino (Multi-meios)	55

2.3 PROCEDIMENTOS	57
2.3.1 Descrição da Situação de Ensino Experimental (SE)	61
3. <u>RESULTADOS</u>	69
4. <u>DISCUSSÃO</u>	85
5. <u>CONCLUSÃO</u>	94
6. <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	95
7. <u>ANEXOS</u>	102
ANEXO 1: Conteúdos de FIS 101	103
ANEXO 2: Ficha Individual Definitória do Aluno	107
ANEXO 3: Teste Objetivo para Medir o Conhecimentos dos Alunos Antes e Depois de uma Situação de Ensino	109
ANEXO 4: Ficha Individual de Acompanhamento do Aluno na SE (frente)	135
ANEXO 5: Ficha Individual de Acompanhamento do Aluno na SE (verso)	137
ANEXO 6: Gráfico do Progresso do Estudante na SE	139
ANEXO 7: Questionário de Opinião (Q <sub>I</sub> )	141
ANEXO 8: Questionário de Opinião (Q <sub>II</sub> )	145
ANEXO 9: Instruções à Equipe de Trabalho da SE	150
ANEXO 10: Instruções aos Alunos ao Introduzir a SE	153
ANEXO 11: Comunicação aos Alunos (Complemento do Anexo 10)	161
ANEXO 12: Folha de Rosto do Pós-teste da SC	163
ANEXO 13: Folha de Rosto do Pós-teste da SE	165
ANEXO 14: Teste-t	167
ANEXO 15: Programa de Computador	169
ANEXO 16: Quadro Comparativo de Aprovações nos Semestres 1/74 e 1/75	173

## ÍNDICES DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

## FIGURAS

1: Referencial Teórico para Organização de Ensino Individualizado	9
2: Comportamentos do Professor e do Aluno em Ensino Individualizado	19
3: Visão Global do Experimento e Seu "Design"	67
4: Distribuição Gráfica (Independente) dos Escores dos Pré e Pós-testes da SC e SE	76
5: Distribuição Gráfica Comparativa (Curvas Normais) dos Escores dos Pré e Pós-testes da SC e SE	77
6: Visão Gráfica do Ritmo em que os Alunos Concluíram os Módulos, em Geral e por Curso	80
7: Visão Gráfica do Ritmo em que os Alunos Concluíram os Módulos, em Geral e por Sexo	80

## QUADROS

1: FIS 101 e Suas Disciplinas Afins	31
2: Confronto entre Ensino Tradicional e Ensino Modular	38
3: Distribuição da Equipe de Trabalho na SE	65
4: Confronto entre os Ensinos da SC e SE	68



## TABELAS

1: População Alvo de FIS 101 no Semestre 1/75	47
2: Características da Amostra da Experiência	49
3: A Amostra e Suas Turmas	50
4: Resultados Gerais	70
5: Resultados do Curso de Farmácia	70
6: Resultados do Curso de Arquitetura	70
7: Resultados do Sexo Masculino	70
8: Resultados do Sexo Feminino	71
9: Comparação entre Cursos	71
10: Comparação entre Sexos	71
11: Comparação entre Turmas A e D de Farmácia	72
12: Comparação entre as Turmas A - Farmácia e B - Arquitetura	72
13: Comparação entre as Turmas D - Farmácia e B - Arquitetura	72
14: Ritmo de Término dos Módulos	78
15: Frequência de Alunos que Repetiram um Módulo Duas Vezes	81
16: Frequência de Alunos que Repetiram um Módulo Três Vezes	81
17: Respostas ao Questionário Q <sub>II</sub> na SC e SE	84

## RESUMO

Foi organizado e implementado um modelo de ensino através de módulos para a disciplina Física - FIS 101, do Departamento de Física do Instituto de Física da UFRGS.

O experimento envolveu uma amostra de 126 sujeitos - 37 do sexo masculino e 89 do sexo feminino - pertencentes em sua maioria aos cursos de Arquitetura e Farmácia.

O estudo desenvolveu-se, em um semestre letivo de 16 semanas, através de um "design quasi-experimental", em que os alunos vivenciaram dois tipos de ensino: 1) ensino tradicional (ET) de aulas expositivas, abrangendo três grandes unidades em que os alunos deviam realizar tarefas e testes no mesmo ritmo; 2) ensino individualizado modular (EM), abrangendo oito pequenas unidades (os módulos), em que os alunos deviam estudar em textos auto-instrutivos e realizar tarefas e testes de acordo com seu ritmo próprio.

Foi aplicado um teste objetivo de 100 itens (55 relativos ao ET e 45 ao EM) em caráter de pré e pós-teste em cada fase de ensino. Comparando-se o ganho médio em aprendizagem em cada fase, isto é, a diferença entre médias de pós e pré-teste, verificou-se haver uma diferença estatisticamente significativa a favor do EM, independente do sexo e do curso dos alunos.

## SUMMARY

A model of modular instruction was organized and implemented in a Physics Course for non-physics students (FIS 101), taught at the Physics Department of the Institute of Physics of the "Universidade Federal do Rio Grande do Sul".

The experimental sample was a group of 126 students - 37 male and 89 female - most of them majoring in Architecture and Pharmacy.

The study was carried out in one semester during 16 weeks, according to a quasi-experimental design, using two teaching formats: 1) the traditional lectures format (ET) with three large units, where all the students had to perform tasks and quizzes in the same pace; 2) an individualized modular instruction approach (EM) with eight small units (modules) where all the students had to study in programmed texts and perform tasks and quizzes at their own pace.

An objective test with 100 itens (55 related to ET and 45 to EM) was applied as pre and post-test in each phase of the teaching experiment. Comparing the average gain score, i.e., the difference between the means of post and pre-test, in each phase, a statistically significant difference was found in favor of the modular approach, independent of sex and major field of study of the students.

## 1. INTRODUÇÃO

É muito provável que, durante os próximos anos, ocorram mudanças em nosso sistema educacional, se forem levadas em conta as demandas da comunidade.

(Bruner, 1968, p.71)

Numa sociedade em permanente modificação devido aos avanços tecnológicos que ocorrem em ritmo acelerado, é imprescindível que o sistema educacional sofra constantes reformulações, visto ser ele o principal meio de que se serve um indivíduo para ajustar-se nessa sociedade, não só sofrendo influências, mas também influenciando. Especificamente falando, são os currículos, nas escolas e universidades, que devem sofrer modificações, pois currículo é, em última análise, uma forma de preparar os jovens para participar como membros produtivos de uma cultura, como lembra Taba (1962, p.10).

Um currículo pode ser pensado como aquele conjunto de experiências de aprendizagem que se oportunizam ao indivíduo-aluno-num sistema educacional, com o propósito de torná-lo um ser ativo em sua sociedade, isto é, um ser que não só assimile um conjunto de conhecimentos e tradições culturais, mas também desenvolva habilidades para integrar, aprofundar e enriquecer esses conhecimentos e tradições, individualmente ou em grupo. Como os conhecimentos, tradições culturais e aspirações variam de uma sociedade para outra e dentro de uma sociedade com o correr do tempo, os elementos básicos de um currículo - objetivos educacionais e de ensino, conteúdos, seleção e organização de atividades de aprendizagem e métodos e instrumentos de avaliação - deverão ser permanentemente observados e reformulados.

É sabido, porém, que os currículos não têm se renovado com a mesma rapidez com que a sociedade progride e evolui. Esta constatação é reforçada pelo grupo de cientistas que, em 1959, por iniciativa da "National Academy of Sciences" dos Estados Unidos, reuniu-se em Woods Hole, Cape Cod. Seu objetivo era discutir como melhorar o ensino das ciências nas escolas, no sentido de que os jovens pudessem alcançar uma compreensão da substância e métodos das ciências (Bruner, 1968).

Destacando a física como uma das ciências fundamentais da natureza, pode-se afirmar que seu ensino é de máxima relevância, mesmo para aqueles que não serão físicos, conforme tão bem enfatiza Holton (1970).

Focalizando a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e o ensino de física para não físicos, verifica-se que em 1970 houve solicitação de parte da Faculdade de Arquitetura, para que o Instituto de Física da UFRGS, através de seu Departamento de Física, cuidasse do ensino de física para os estudantes daquela Faculdade. Foi então criada a disciplina de "física para arquitetos." Atualmente, esta disciplina faz parte do conjunto de disciplinas que o Departamento de Física do referido Instituto oferece não só para os alunos de Arquitetura, mas também para os alunos de Agronomia, Bio-Ciências, Farmácia e Geografia, como parte de seus currículos obrigatórios. A denominação atual da disciplina é Física, código FIS 101.

Esta disciplina tem por objetivo primordial dar uma visão da física, mostrando-a como uma das ciências fundamentais da natureza, em termos de seu método, de seus princípios e através de exemplos práticos e aplicações. Sua duração é de um semestre (16 semanas de aula).

Constatações pessoalmente feitas mostraram que os alunos que cursam essa disciplina, encaram-na como meramente obrigatória e alheia aos interesses de seus cursos. Além disso, como os estudantes provêm de diferentes cursos universitários, nem todos os assuntos apresentados em aula despertam igual interesse para todos. Essas constatações sugerem que se reestude o currículo da disciplina, de modo a atender o melhor possível às necessidades e aos interesses dos alunos, relacionados às suas futuras carreiras, sem esquecer, naturalmente, a finalidade principal, que é ensinar os fundamentos da física como ciência, o que independe dessas carreiras.

Segundo Novak (1969) o movimento de inovação curricular surgido em 1956 na área do ensino da física, com o Physical Science Study Committee - PSSC - serviu de modelo e impulso para a elaboração de outros currículos não só em física, mas também em áreas como matemática, biologia e outras. Deste modo, novas formas e metodologias de ensino têm sido testadas.

Em física, o propósito fundamental de novos currículos tem sido, de modo geral, preparar os estudantes para que, além de saberem fatos, fórmulas e princípios, dominem a técnica de analisar e interpretar situações, como destaca Romer (1958), pois a física é e deve ser transferível, hábito que deve ser transmitido na fase de ensino, como lembra Crane (1968). Para alcançar tais metas, os novos currículos de física deverão ser organizados com vistas à individualização do ensino, pois nem todos os estudantes aprendem de igual modo e no mesmo ritmo, como tem sido amplamente evidenciado através de pesquisas na área de ensino.

Assim, tendo em vista a experiência pessoal de ensino em FIS 101 desde 1972 e levando em conta as colocações feitas, emerge o objetivo do presente trabalho: propor e testar um modelo individualizado de ensino em FIS 101.

Como ponto de partida, serão apresentados em suas características básicas, ensino tradicional-não individualizado- e ensino individualizado, obtendo-se assim um referencial teórico para a organização do modelo proposto.

### 1.1 ENSINO TRADICIONAL

Tradicionalmente o ensino tem se processado basicamente através de aulas expositivas. Neste tipo de aulas o professor (o orador) fala e os alunos (os ouvintes) escutam e tomam notas. O professor desempenha, assim, um papel muito importante na transmissão de conhecimentos, através de sua "oratória" (Edwards, 1971) e na manipulação, por vezes, de dispositivos áudio-visuais usados como estimuladores e complementadores das explicações. Eventualmente, surge uma troca de perguntas e respostas entre professor e aluno, as quais nem sempre são oportunas e de interesse para todos. Green Jr. (1971, p.764) destaca: "Lembramos, nos nossos dias de estudante, como era aborrecido assistir uma aula expositiva de algo que muitas vezes já conhecíamos bem, ou esperar até que se completassem as explicações para algum colega que não conseguira captar o que o professor previamente explicara."

Por tradição, a duração de uma aula expositiva é cerca de 50 minutos. Porém, segundo Edwards (1971, p.2) existem pesquisas indicando que esta duração é longa, no sentido de que os alunos - por estarem em situação passiva de ouvintes e dependentes das qualidades de expositor do professor - retêm, em média, cerca de 40% do conteúdo da aula. Ainda, segundo este autor, o período máximo de assimilação ocorre durante os primeiros 15 minutos, tal que - de acordo com pesquisas feitas nos Estados Unidos - alunos que assistiram 15 minutos de aula pela TV, durante dez semanas, aprenderam mais que alunos que assistiram aulas tradicionais de 50 minutos na Universidade.

Esses resultados, ainda que relacionados apenas à variável tempo, evidenciam que o comportamento passivo do aluno (ouvinte) reduz a retenção de conhecimentos. Deste modo, é natural que hoje, tendo em vista as necessidades do contexto social, procurem-se métodos de ensino que propiciem uma participação ativa ao aluno, na aquisição de novos conhecimentos, e respeitem seu ritmo de aprendizagem, pois "não existem dois organismos vivos iguais", como enfatiza Burns (1971, p. 55).

Ainda, em termos de ritmo de aprendizagem, não é só dentro da sala de aula, no momento da aquisição de conhecimentos, que ele aparece como fator importante. No momento da "prestação de contas" da aprendizagem, nas provas de exame, o "ritmo" reaparece como um fator significativo: todos os alunos devem realizar as provas num mesmo dia, na mesma hora, nem sempre desfrutando da oportunidade de uma recuperação - nova prova - caso sejam reprovados.

Burns (1971, p. 55), citando a frase anteriormente apresentada, diz: "Se esta proposição é válida, havendo uma série de evidências que a suportam, então, somos levados a fazer as seguintes colocações: 1) cada aluno apresenta seu ritmo de aprendizagem; 2) cada aluno aprende de um modo próprio; 3) não existem dois alunos que resolvam problemas exatamente do mesmo modo; 4) cada aluno apresenta seu repertório de comportamentos; 5) não existem dois alunos que apresentem os mesmos interesses; 6) não existem dois alunos motivados para atingir o mesmo grau de conhecimento; 7) não existem dois alunos motivados para atingir os mesmos objetivos; 8) nem sempre dois alunos estão prontos na mesma hora para aprender; 9) nem sempre dois alunos têm exatamente a mesma capacidade para aprender."

Uma aula expositiva é um bom meio de transmitir informações, mas - "porque promove muito pouco "feedback", nem sempre



apresenta uma ótima seqüência e propicia uma participação passiva ao aluno" (McKeachie, 1967, p. 1128) - não é um método recomendável para todos, a não ser "para uns poucos alunos altamente motivados, que leem materiais relacionados à aula, antes da mesma" (Roid, 1969, p. 2).

## 1.2 ENSINO INDIVIDUALIZADO

Não se encontra na literatura uma definição unânime de instrução individualizada, também chamada de ensino individualizado ou instrução personalizada, como destacam Philip Kapfer e Miriam Kapfer (1972, p. 9). Existem, porém, elementos comuns às diferentes definições, no que diz respeito à preocupação de levar em conta as diferenças individuais dos alunos, caracterizadas por:

- a. seus conhecimentos prévios;
- b. seus estilos de aprendizagem;
- c. seus interesses e motivações;
- d. seu ritmo de aprendizagem.

### 1.2.1 Breve Retrospecto Histórico

A idéia e a adoção de ensino individualizado não é de hoje. Segundo Nichols (1973, p. 106), em 1929 a "National Society for the Study of Education" dos Estados Unidos, publicou seu livro do ano dedicado exclusivamente aos problemas da individualização do ensino, cujo título era "Adaptando as escolas para as diferenças individuais". Em 1962, a mesma sociedade publicou seu livro do ano também voltado ao mesmo problema e intitulado desta vez "Individualizando a instrução". Em Thomas e Crescimbeni (1970, p. 49), verifica-se que a preocupação de ensino individualizado, na escola elementar - nos Estados Unidos - remonta a 1868, com a aplicação do Plano St.Louis por William Harris, superintendente

escolar em St.Louis, que permitia aos alunos mais rápidos passarem para uma classe mais adiantada antes dos demais. Ainda, segundo estes autores , outros planos surgiram nas escolas americanas, visando sempre a individualização do ensino, em termos basicamente de ritmo próprio. Tal é o caso do Plano Dalton, desenvolvido por Helen Parkhurst, em 1919, na escola primária superior de Dalton, Massachusetts, cujas testagens preliminares foram iniciadas em 1912 (Lynch, 1941).

Como se vê, a educação atravessa períodos ou ciclos em que uma idéia ou método, por longo tempo em desuso, volta a ocupar lugar de destaque. Swartz e Zipfel (1972, p. 1437) explicam que "como muitos experimentos educacionais, a instrução individualizada parecia correr bem e era bem recebida por alunos e professores. O método não se propagou, no entanto, pois a segunda guerra interrompeu os experimentos da década de 30 (...). Parece, no entanto, que a razão mais importante que impediu a propagação do método foi a de que ninguém desenvolveu um currículo suficientemente organizado que pudesse ser usado de modo individualizado." Em outras palavras, faltou estruturação teórica ao novo esquema de ensino.

Como organizar pois um ensino individualizado ? "Quando nos referimos a ensino individualizado, não temos em vista uma forma de ensino que isole completamente os alunos entre si, como reclusos" segundo afirma Dottrens (1973, p.16) ao relatar o trabalho de ensino individualizado que desenvolveu na Suíça em 1932 e cujos primeiros ensaios desenvolveu a partir de 1927. Contou como auxílio de Marion Carswell, colaboradora de Carleton Washburne em Winetka, Illinois, onde também se desenvolveram estudos de individualização do ensino entre 1920 e 1930.

Certamente, foi o desenvolvimento da teoria do reforço de Skinner na década de 1950, com a sistematização da instrução

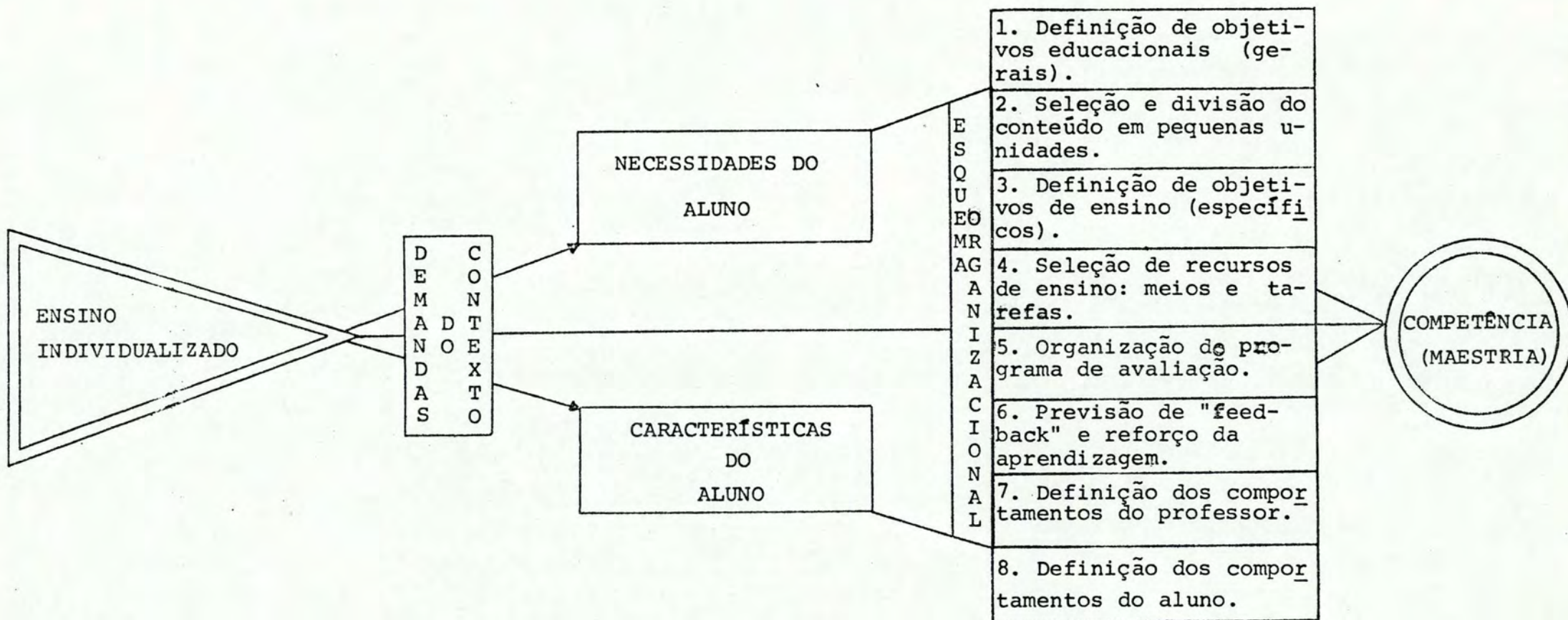
programada, que provocou o renascimento do ensino personalizado, tendo em Fred Keller um dos principais organizadores, com a elaboração do conhecido Método Keller, testado em 1962 no Departamento de Psicologia da Universidade de Brasília (Keller, 1968). Um fator importante na atual "redescoberta" da instrução individualizada está ligado ao desenvolvimento de materiais que permitem ao professor organizar esquemas individuais de ensino. Por outro lado, há também uma maior conscientização por parte dos professores em individualizar o ensino, como assinalam Blake e McPherson (1973).

#### 1.2.2. Organização de um Ensino Individualizado: Referencial Teórico

Consoante as demandas da sociedade atual, como destacam Lindvall e Bolvin (1973, p.67), "o objetivo de um sistema de instrução individualizada deve ser desenvolver pessoas que procurem oportunidades para aprender e que tenham capacidade para estabelecer seus próprios objetivos, planejando um programa instrucional e avaliando suas atividades à medida que a aprendizagem progride". Para isto, as metas de organização de um ensino individualizado, devem estar voltadas para as necessidades do aluno - no que diz respeito a seus conhecimentos prévios, interesses e motivações - bem como para suas características individuais, envolvendo seus estilos e seu ritmo de aprendizagem. Isto, em última análise, conduz ao critério de maestria ou competência de Bloom - conforme se visualiza na Figura 1 - segundo o qual os alunos, ainda que distribuídos normalmente no que diz respeito às aptidões, poderão atingir a maestria num dado conteúdo se receberem a instrução adequada e tiverem tempo necessário para aprender (McNeil, 1969, p. 307).

Assim, visando competência para atender às demandas da

FIGURA 1: Referencial Teórico para Organização de Ensino Individualizado



sociedade atual e levando em conta as características e necessidades do aluno, devem ser tomadas algumas medidas no que diz respeito aos objetivos educacionais, aos conteúdos, aos objetivos e aos recursos de ensino, à avaliação e ao "feedback", bem como devem ser definidos os comportamentos do professor e do aluno, conforme o esquema organizacional da Figura 1.

### Definição de Objetivos Educacionais

Os programas educacionais visam proporcionar ao indivíduo a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades para que esse indivíduo possa participar ativamente de seu contexto social, enriquecendo-o com novos conhecimentos. Deste modo, a primeira etapa na organização de qualquer currículo deve ser a definição de objetivos gerais - os objetivos educacionais - que determinam a contribuição dos cursos e das diferentes disciplinas num determinado nível de ensino (Turra et alli, 1975), pois como destaca Goldschmid (1969, p.2) " (...) um instrutor deve deixar claro como seu curso se relaciona com outros cursos, dados no departamento ou fora dele, dizendo porque seu conteúdo deve ser ensinado e qual seu papel na educação geral do estudante (...)".

Assim, é a partir dos objetivos educacionais - gerais - que se fará a seleção de conteúdos, "selecionando-os dentre a variedade de conhecimentos das várias disciplinas", conforme destaca Taba (1962, p. 197).

### Seleção e Organização do Conteúdo em Unidades

Ao selecionar um conteúdo de ensino, consoante os objetivos educacionais, devem ser colocadas de início algumas questões, como sugere Taba (1962, p.263-289):

- Em que medida o conteúdo está ligado ao momento ?
- Quão fundamental ele é ?
- O estudo desse conteúdo gera questões ?

- O conteúdo está relacionado às realidades culturais e sociais ?
- Ele é abrangente e profundo ?
- Ele dá abertura para um grande conjunto de objetivos?
- Ele é compatível com os alunos que vão estudá-lo em termos de suas normas culturais e sociais e em termos de suas necessidades e interesses ?

Após a seleção do conteúdo, ele deve ser dividido em pequenas unidades de ensino que obedeçam a uma ordem seqüencial em que se considerem os elementos lógicos (da disciplina) e psicológicos (do aluno), pois como destaca Ausubel (1969, p. 152 - 153), "quando um assunto é programado com os princípios da diferenciação progressiva, as idéias mais gerais e inclusivas da disciplina são apresentadas de início e progressivamente diferenciadas em detalhe e especificidade. Esta ordem de apresentação presumivelmente corresponde à seqüência natural de adquirir domínio cognitivo (...) e também corresponde ao modo como se postula que o conhecimento é representado, organizado e armazenado no sistema cognitivo humano (...)." Assim, se um professor organiza o conteúdo de uma disciplina com tais critérios em mente, é de se supor que a aprendizagem será facilitada.

#### Definição de Objetivos de Ensino

Selecionado o conteúdo, deve-se fazer uma definição clara dos objetivos de ensino, indicando o que se espera que os estudantes "digam" ou "façam" (Mager, 1962). Esses objetivos deverão ser o mais específicos possível, indicando basicamente aquilo que se espera que os alunos conheçam, compreendam, apliquem, analisem, combinem (sintetizem) e julguem (avaliem) em uma dada disciplina (Bloom, 1972), pois segundo informa Pascal (1969), "Três es

tudos feitos por McNeil (1967) <sup>(1)</sup> indicaram que a ênfase na definição clara de objetivos tem efeito no aperfeiçoamento da instrução (...). Por outro lado, pesquisa feita por Rothkopf (1965) <sup>(2)</sup> sugere que material de leitura que apresenta questões intercaladas é mais efetivo em termos de compreensão do que material sem essas questões norteadoras."

Na tarefa de definir objetivos específicos de ensino, uma consideração importante a ser tomada em conta é a que diz respeito à total individualização. Com este propósito em mente, conforme diz Frase (1973), "os objetivos deveriam variar de estudante para estudante", medida esta nem sempre possível, pois, dependendo do conteúdo de ensino, existem tópicos que todos devem aprender. Além disso, muitas vezes o número de alunos numa classe é tão grande que é impossível organizar um quadro de objetivos para cada aluno em especial. Porém, se se fizer uma sondagem diagnóstica a priori - no que diz respeito aos interesses dos alunos - é de se supor que além dos objetivos necessariamente comuns a todos, haverá aqueles comuns a grupos de estudantes, o que facilitará a tarefa de individualização de objetivos.

#### Seleção de Recursos de Ensino

Ao se decidir pelo ensino individualizado, o professor deve propiciar ao aluno um conjunto diversificado de atividades. Estas atividades devem proporcionar ao estudante alternativas de

---

(1) McNeil, J.D., Concomitants of Using Behavioral Objectives in the Assessment of Teacher Effectiveness, Journal of Exp. Education, 1967, 36: 69-74.

(2) Rothkopf, E., Some Theoretical and Experimental Approaches to Problems in Written Instruction, In: Krumbaltz (Ed.) Learning and the Educational Process, Chicago, Rand McNally, 1965.

escolha, como assinala Smith Jr. (1972, p.16), em termos de:

- a. multi-meios: dizem respeito aos vários tipos de equipamentos áudio-visuais;
- b. multi-modos: dizem respeito à metodologia, se trabalho em grupo ou trabalho individual;
- c. multi-conteúdos: correspondem aos conteúdos diversificados em profundidade e variedade, podendo ser impressos ou apresentados por algum recurso áudio-visual;
- d. multi-atividades: este aspecto relaciona-se à variedade de tarefas que o aluno pode desempenhar: ler (livros, revistas), ouvir (audio-cassetes), ver (filmes sonoros, filmes "loops"<sup>(3)</sup>, diapositivos), assistir aula ou conferência (ao vivo ou por vídeo-"tape"), escrever (relatórios, dissertações), responder (oralmente ou por escrito a questões) e manipular (experiências de laboratório).

Mas, um recurso que se destaca em qualquer tipo de ensino individualizado é o guia de atividades ou instrução que sintetiza, apresenta e recomenda aos alunos as diversas alternativas de opções no esquema de ensino, que eles poderão selecionar conforme seus hábitos de estudo, seus estilos de aprendizagem, a fim de que o rendimento da aprendizagem seja favorecido.

#### Avaliação

É preciso estabelecer um programa de avaliação que, além de ser flexível quanto ao tempo de aprendizagem - respeite o ritmo próprio do aluno - obedeça aos critérios apontados por Taba

---

(3) Filmes cassetes mudos de 5 minutos.



(1962, p.316-323), de :

- a. consistência (mantenha relação com os objetivos);
- b. abrangência (envolva todos os objetivos);
- c. valor diagnóstico (meça em que nível o aluno atingiu um dado objetivo);
- d. validade (meça os objetivos esperados);
- e. globalidade no julgamento (envolva diferentes comportamentos, técnicas e instrumentos - conforme detalham Noll (1965, p. 71-105), Gronlund (1968) e Medeiros (1971);
- f. continuidade (avalie o que o aluno sabe antes, durante e após o processo ensino-aprendizagem).

#### "Feedback" e Reforço

"Feedback" é termo da análise de sistemas e exprime realimentação. Em aprendizagem, o termo "feedback" "refere-se à informação que o aluno recebe após o que fez como estudante e relacionado com o que fez" (Pascal e Geis, 1970, p.1). O conhecimento dos resultados obtidos por "feedback" irão proporcionar, modificar ou completar as informações cognitivas obtidas pelo aluno durante a aprendizagem e quanto mais imediatos, mais eficazes serão, conforme indicam pesquisas neste sentido, como a de Sullivan, Schutz e Baker (1971). Segundo o trabalho destes autores, há evidência de que o conhecimento imediato dos resultados, indicando-se a resposta correta, é mais efetivo que um conhecimento retardado como ocorre no ensino tradicional. Estes autores concluem seu trabalho, dizendo: "Um aspecto importante deste estudo (...) diz respeito às implicações do "feedback" imediato relacionado com o uso de materiais instrucionais. Os educadores em todos os níveis procuram selecionar os materiais instrucionais mais adequados para favorecer o desempenho dos alunos. Entretanto, os resultados

deste trabalho sugerem que isto não é suficiente, a não ser que se providenciem os incentivos adequados." O papel do "feedback", além de "guia contínuo" da aprendizagem, como destacam Geis e Chapman (1973, p.67), é pois, também de reforço.

Na teoria de Skinner do comportamento humano, conforme Hall (1973, p.10) "qualquer evento ou consequência de estímulo que aumente a força ou probabilidade do comportamento que segue é denominado um reforçador". É sabido que os reforçadores são usados e mesmo "devem ser previstos" por organizadores de ensino auto-instrutivo, conforme assinalam Geis e Chapman (1973,p.65). Mas, ainda que auto-instrução não seja sinônimo de ensino individualizado como lembram Tosti e Harmon (1972, p.77), levando em conta a meta competência, segundo o critério de Bloom já citado, é realmente necessário pensar em reforçadores num programa de ensino individualizado, podendo o "feedback" desempenhar tal papel, conforme já comentado.

O "feedback" poderá ser dado pelo professor oralmente (quando corrige um teste ou trabalho), por escrito (através de textos auto-instrutivos ou através de parecer escrito sobre um trabalho) ou através de máquinas de ensinar (gravadores, etc). Convém, no entanto, destacar a superioridade do informador humano - em comparação com os recursos áudio-visuais de que se auxiliam os educadores - na percepção dos efeitos reforçadores de sua informação sobre o estudante.

Um outro papel do "feedback" no ensino individualizado está relacionado às revisões que o professor-organizador do ensino deve fazer nos conteúdos, objetivos, recursos de ensino e no sistema e instrumentos de avaliação, pois "nós professores precisamos de "feedback" relacionado com o que estamos fazendo, da mesma forma que os estudantes" (Pascal e Geis, 1970, p.3).

### Comportamentos do Professor

Alguns educadores acreditam que um programa de ensino individualizado torna o professor "obsoleto". Tal idéia é falsa, pois num programa individualizado de ensino as tarefas e responsabilidades de um professor são muito grandes. Face ao exposto anteriormente, as atribuições do professor são:

- 1) definição de objetivos gerais e específicos;
- 2) seleção de conteúdos;
- 3) organização seqüencial das unidades dos conteúdos (unidades de ensino);
- 4) levantamento diagnóstico dos interesses e motivações dos alunos;
- 5) seleção e organização dos meios, modos e atividades de cada unidade de ensino;
- 6) elaboração de um programa de avaliação, envolvendo diferentes técnicas e instrumentos;
- 7) organização geral do programa de ensino, envolvendo redação de textos e guias de estudo;
- 8) coordenação da equipe de trabalho, pois neste tipo de ensino o professor deve necessariamente ser assessorado por outros professores e por monitores - os "proctors", como enfatiza Keller (1968) dentro do seu Método;
- 9) acompanhamento e registro dos progressos de cada aluno, oferecendo-lhe novas alternativas de aprendizagem, se assim for preciso;
- 10) revisão e reformulação do programa de ensino se os resultados fornecerem evidências nesse sentido.

### Comportamentos do Aluno

Num programa de ensino individualizado, o aluno assume um papel muito significativo na aquisição de conhecimentos. No ensino tradicional o professor sintetiza e apresenta grande parte dos conhecimentos. O aluno, certamente tem de estudá-los fora de aula, porém, na maioria das vezes, usa apenas as "notas de aula." Num sistema de instrução personalizada, no entanto, o professor é o organizador das condições de aprendizagem, cabendo ao aluno uma grande responsabilidade na aquisição da mesma. Cabe ao aluno neste esquema de ensino:

- 1) fornecer dados pessoais que o tornem caracterizado como indivíduo para o professor;
- 2) responder a pré-teste de conhecimentos prévios da disciplina (conteúdos de ensino);
- 3) ler atentamente os objetivos de cada unidade de ensino;
- 4) estudar sozinho ou em grupo os conteúdos do curso, seguindo os objetivos de ensino;
- 5) escolher, com o auxílio do guia de estudo elaborado pelo professor, os meios, os conteúdos e as atividades facilitadores da aprendizagem;
- 6) pedir tutoramente (auxílio) ao professor e/ou seus auxiliares (monitores), quando não puder resolver uma dúvida sozinho;
- 7) apresentar-se para o teste de uma unidade de ensino quando se sentir em condições de fazê-lo;
- 8) receber "feedback" do professor ou de um monitor;
- 9) reestudar uma unidade de ensino se não tiver alcançado o critério de excelência (competência) estabelecido pelo professor;

- 10) seguir para uma nova unidade, recomeçando o ciclo de comportamentos se tiver alcançado o critério de excelência estabelecido pelo professor.

A Figura-2 dá uma visão global dos comportamentos do professor e do aluno, dentro de um sistema de ensino individualizado.

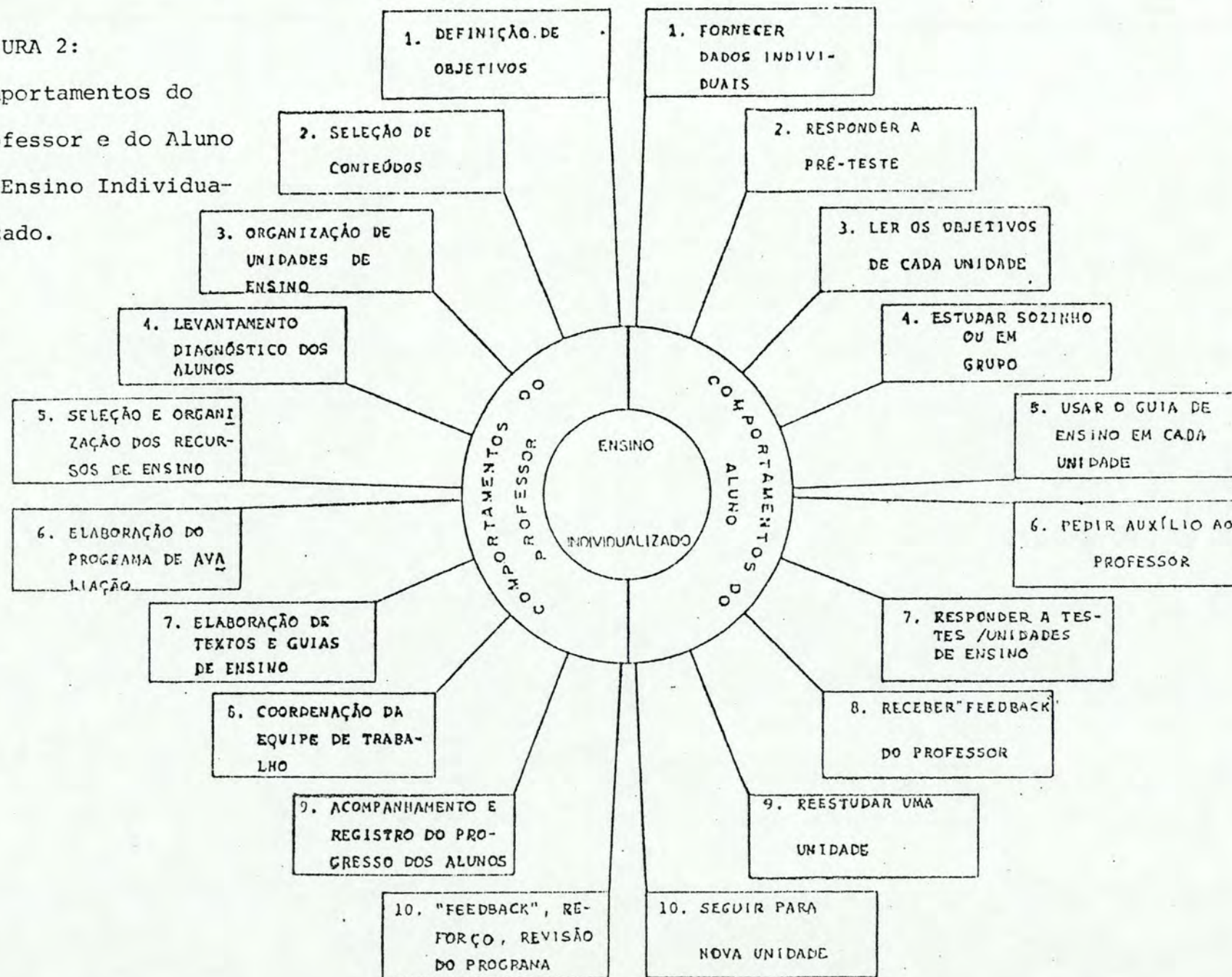
Tendo sido apresentados os diferentes níveis e aspectos envolvidos na organização de um ensino individualizado - definição de objetivos educacionais, seleção e organização do conteúdo em unidades, definição de objetivos de ensino, seleção de recursos de ensino, avaliação, "feedback" e reforço, comportamentos do professor, comportamentos do aluno - cabem algumas colocações finais a respeito de duas características básicas ligadas a um ensino individualizado: ritmo próprio e nível de competência.

O nível de competência está relacionado ao domínio dos conteúdos de ensino (objetivos de ensino em última análise) de uma dada disciplina. Não há um critério rígido quanto ao nível de competência. Estes podem variar: 1) 70% - conforme determinaram Anderson e Artman (1972, p.1738) em seu curso individualizado de física; 2) 90% - conforme propõe Calhoun (1975); 3) 95% - conforme Drumheller (1974); 4) 100% - como propõe Keller (1968, p.23) e muitos de seus seguidores ao defenderem o critério de domínio completo dos objetivos.

No que diz respeito ao ritmo próprio, isto significa que um aluno pode repetir uma unidade fazendo de 3 a 4 testes (ou quantos o professor estipular) valendo apenas o teste em que for atingida a percentagem de maestria previamente definida. Deste modo, o professor, num determinado instante do curso, pode ter alunos na unidade 2, enquanto outros já estão, por exemplo, na unida

FIGURA 2:

Comportamentos do Professor e do Aluno em Ensino Individualizado.



de 7. Alguns estudantes fazem rápido progresso e outros demoram. Como o ritmo próprio vale dentro de limites, como destaca Green Jr. (1971, p.766), - um aluno não pode repetir uma unidade "ad infinitum", visto haver um limite para o término de um curso - o professor deve cuidar daqueles alunos que têm tendência a procras tinar. Ainda que não haja penalidades para aqueles que terminem "em cima do tempo", existirá prejuízo para aqueles que não conseguem vencer todas as unidades, pois seu aproveitamento geral será computado usando os graus (notas) das unidades completadas. A não ser que se faça um exame final para todos - valendo 25%, como propõe Keller (1968, p.21) - os alunos mais lentos ou não serão apro vados ou serão aprovados com baixo conceito.

### 1.2.3 Vantagens e Desvantagens de Ensino Individualizado

Existe uma série de vantagens e desvantagens quando se aplica ensino individualizado, tanto do ponto de vista do professor como do aluno, sendo importante que os organizadores de tal tipo de ensino estejam conscientes das mesmas.

#### Desvantagens Sentidas pelo Professor

- Deve ter todo ou quase todo o material instrucional pronto no início do curso;
- Deve dispender mais tempo com cada aluno;
- Deve estar preparado para responder as mais diferentes questões levantadas pelos alunos;
- Deve ter uma bateria de testes/unidade;
- Deve atender alunos estudando em diferentes unidades;

### Desvantagens Sentidas pelo Aluno

- Deve estudar sozinho;
- Deve "dominar" um conteúdo;
- Deve fazer muitos testes (um por unidade pelo menos).

Mas, a par das desvantagens sentidas pelo professor ou pelo aluno, existe uma série de vantagens, tanto para o aluno como para o professor, como salientam Blake e McPherson (1973, p. 10).

### Vantagens para o Professor

- Fica livre de ensinar em aula tópicos básicos de um assunto;
- Conhece melhor cada aluno;
- Tem em mãos instrumentos que lhe permitem fazer diagnósticos dos alunos;
- Pode estruturar mais adequadamente seu curso;
- Sai do papel de mero expositor para o de guia dos alunos;
- Poderá, desfrutar de maior satisfação, no final, com os resultados do curso.

### Vantagens para o Aluno

- Pode seguir em seu próprio ritmo de estudo cada unidade, repetindo-a (dentro de limites) até dominar seus conteúdos;
- Pode estudar tópicos que lhe interessem mais especialmente, tendo liberdade de selecionar conteúdos;
- Pode selecionar os meios e atividades instrucionais;
- Recebe "feedback" imediato às suas respostas;
- Adquire um conhecimento mais profundo nos conteúdos



estudados.

#### 1.2.4 Formatos Atuais de Ensino Individualizado

Ensino individualizado existe em vários formatos. Sua denominação geral, como já foi dito, também não é única. Ensino personalizado, instrução individualizada ou pacotes de aprendizagem são denominações de sistemas de ensino que, preocupados com as diferenças individuais, conforme se salientou na seção 1.2, têm como meta promover a competência do aluno,

1) através de:

- pequenas unidades de ensino com objetivos bem definidos;
- multi-meios e tarefas opcionais;
- ritmo próprio (repetição de testes e unidades);
- "feedback" imediato por parte do professor;

2) com ênfase na:

- aprendizagem ao invés de no ensino;
- participação ativa do aluno ao invés de na participação passiva.

Existem programas de ensino individualizado como o "UNIPAC" descrito por Feild e Swenson (1972) em que as unidades de ensino giram em torno de um conceito chave bem especificado de início, havendo ao final do programa um conjunto de questões desafiadoras para proporcionar ao aluno a livre iniciativa em organizar novos esquemas de estudo e, mesmo, desenvolver pequenos projetos. Seus elementos básicos são:

- a. pré-teste;
- b. especificação de um conceito-chave;
- c. tópicos a serem aprendidos por unidade;
- d. objetivos comportamentais;

- e. instruções para selecionar atividades;
- f. atividades diversificadas;
- g. auto-teste;
- h. pós-teste;
- i. questões desafiadoras;
- j. teste final das unidades.

Nos moldes do "UNIPAC" destaca-se o "Learning Model" (Modelo de Aprendizagem) aplicado em escolas de Alhambra, Califórnia, após oito anos de testagens, conforme reporta Dalton (1972). Neste modelo também é dado destaque ao conceito-chave e às questões desafiadoras, porém o pré-teste por unidade não é imposto, mas sugerido ao aluno, o qual, se bem sucedido no mesmo, pode avançar no programa. Neste modelo as instruções são apresentadas em uma única página, por isso às vezes é chamado de "modelo de uma página".

Também para alunos-futuros professores foi montado um programa individualizado de ensino. É o caso do "Com Pac" ("Competency-based package" - pacote de ensino baseado em competência), como descreve Bechtol (1972). Este modelo de ensino foi aplicado no Southwest Minnesota State College para futuros professores primários e secundários, com o objetivo de treiná-los na técnica de instrução individualizada, visando futuras aplicações da mesma em escolas. As características do "Com Pac" são aquelas características básicas de qualquer instrução individualizada.

Outro "pacote" de ensino é o LAP ("Learning Activity Package" - pacote com atividades de aprendizagem). Este modelo foi concebido em meados de 1960 em Nova High School, na Flórida, conforme relata Cardarelli (1973). Este "pacote" de ensino caracteriza-se por apresentar inicialmente uma relação de tópicos e subtópicos a serem estudados acompanhados de justificativas ("rationale"). Quanto a outras características, segue às dos demais modelos indi

vidualizados de ensino.

Um dos marcos no uso atual de ensino personalizado é o método desenvolvido por Keller (1968). Este modelo de ensino, segundo seu idealizador, defende o domínio perfeito (100%) de uma unidade de ensino. Enfatiza o uso de material impresso (guias de instrução) como meio de comunicação professor-aluno e o uso de monitores (estudantes mais adiantados) como auxiliares do professor na tarefa de aplicar testes, tutorar o aluno e fornecer o "feedback" imediato. Aliás, uma das características do "feedback" do Método Keller é a possibilidade de o aluno "defender-se" - justificar-se - caso o professor diga que sua resposta está errada e ele tenha condições imediatas de reformulá-la.

Nos moldes destes modelos apresentados, existe uma série de outros, como destacam Kapfer e Kapfer (1972), ao fazerem a introdução do número de setembro da revista "Educational Technology", o qual é todo dedicado a uma detalhada apresentação de vários modelos de ensino individualizado.

Mas, segundo Marcel e Barbara Goldschmid (1972, p. 1), "dentre os vários modelos de ensino individualizado propostos, a instrução modular é um dos que combina muitas vantagens de um número de diferentes inovações instrucionais (...)". Um dos primeiros exemplos de ensino modularizado foi desenvolvido em 1960 na Universidade de Purdue, por Postlethwait et al. segundo informam Dychtenberg e Geis (1972, p.1). Goldschmid e Goldschmid (1972, p.2), ao definirem módulo como "uma unidade de instrução auto-suficiente e independente, com um conjunto de atividades de aprendizagem sugeridas de modo a auxiliar o estudante a atingir um pequeno conjunto de objetivos bem definidos", destacam não existir um único formato de instrução modular (p.12).

### 1.3 A FÍSICA E O ENSINO INDIVIDUALIZADO

Em física têm sido aplicados esquemas individualizados de ensino, não só no exterior, como também no Brasil e, inclusive, na própria Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Em 1970, Green Jr. (1971) desenvolveu um curso de física introdutória segundo o Método Keller, no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Os resultados foram amplamente favoráveis ao novo método.

Anderson e Artman (1972) montaram um curso de física introdutória na Bucknell University, Pennsylvania, seguindo o modelo individualizado do método Keller. Foi feita uma comparação entre os alunos do método Keller e os alunos estudando pelo método tradicional. Os resultados favoreceram os alunos do grupo experimental.

Philippas e Sommerfeldt (1972) descrevem uma aplicação do sistema Keller no Departamento de Física da Portland State University, do Oregon. Em seu estudo, dividiram os alunos em dois grupos de 100, um constituindo o grupo controle e o outro o grupo experimental. Houve diferença em desempenho favorecendo os alunos Keller, ainda que não significativa do ponto de vista estatístico.

Em Stony Brook, New York, têm sido feitos muitos experimentos de ensino individualizado em cursos introdutórios de física, na State University of New York. Swartz e Zipfel (1972) relatam os trabalhos que têm desenvolvido desde cerca de 1968. Seu curso é basicamente centrado em trabalhos de laboratório. Não existem aulas expositivas. Os alunos estudam e prestam exames segundo seu ritmo de aprendizagem. Esses autores não fizeram comparação quantitativa com o método tradicional, para não aplicarem um exame final aos alunos "destruindo a atmosfera do método", como explicam (p. 1439). Swartz e Zipfel, em seu modelo de ensino, não adotaram um livro texto específico, pois, dependendo do nível do a

luno, ele era aconselhado a usar um texto com ênfase ou não em cálculo matemático. O curso tem sido apreciado pelos alunos.

Recentemente, na acima referida State University of New York, foram desenvolvidas novas testagens de ensino individualizado em física, para alunos de ciências biológicas, medicina e, mesmo, para alunos de artes liberais, conforme relato de Kahn e Strassenburg (1975). Os objetivos que nortearam a montagem de um dos cursos foi "o desejo de achar meios de tornar a física mais útil, talvez mais indispensável e interessante e, mesmo, mais irresistível a diferentes carreiras fora da física", como destacam os autores citados (p.400). Uma vez que os cursos convencionais não têm condições de atender a estudantes "diversificados em carreiras e interesses (...), sentimos que estratégias instrucionais deveriam ser adotadas para tornar possível que os estudantes aprendessem de diferentes modos (p.400-401). (...) Para acomodar estudantes com diferentes "backgrounds", concentramos nossos esforços no desenvolvimento do material curricular no formato modular (p.406)!"

Outro modelo de ensino individualizado em física introdutória é o descrito por Rigden (1970) e desenvolvido na University of Missouri em St.Louis (UMSL), num curso para futuros físicos, alunos de ciências sociais e humanidades. Foi desenvolvido em um semestre, abrangendo apenas conteúdos de cinemática, dinâmica, energia mecânica e relatividade. Havia sessões de aulas expositivas e sessões de atividades individuais adaptadas aos diferentes níveis e interesses dos estudantes, e envolvendo: experiências de laboratório; filmes; filmes-"loops"; diapositivos; "video-tape"; instrução programada; leituras de revistas científicas; transparências; "audio-loops"; diapositivos acompanhados de som. O autor relata que o curso está sendo dado pela quarta vez, sendo muito apreciado pelos alunos.

No Brasil, têm sido feitas testagens de modelos individualizados em física introdutória, como é o caso do estudo realizado por Bezerra e Gomes (1973) na Universidade de Brasília. Estes autores estenderam o Método Keller para cerca de 100 a 120 alunos por classe e por isso introduziram algumas modificações, como a eliminação do guia de instruções. Mantiveram o ritmo próprio e o "feedback" imediato. Não comentam se especificaram objetivos, apenas salientam que o material de estudo do aluno era o próprio livro texto, não tendo sido distribuída instrução alguma de como proceder no estudo de cada unidade (p.142). É analisado neste trabalho o desempenho dos monitores e instrutores, como possível influência no método.

No Departamento de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul têm-se realizado alguns estudos no que se refere à individualização do ensino de física.

Dionisio e Moreira (1975) relatam um estudo comparativo entre o método Keller e o ensino tradicional, desenvolvido no Instituto de Física da UFRGS. Os resultados obtidos foram favoráveis ao grupo Keller.

Outro método de ensino individual testado no Instituto de Física da UFRGS foi o audio-tutorial, originado na Universidade de Purdue para alunos do curso de Botânica, como descrevem Postlethwait e Hurst (1972). Neste método, os alunos estudam individualmente em cabines equipadas com gravador de som (que é o principal meio de comunicação professor-aluno) e outros materiais, como diapositivos, filmes-"loops" e pequenos experimentos de laboratório. No experimento levado a efeito no Instituto de Física da UFRGS, conforme expõem Moreira e Levandowski (1974), ainda que não tenha sido considerado o critério de ritmo próprio - os alunos faziam testes com os alunos do grupo controle em dia determinado - os resultados foram bastante satisfatórios tanto em termos

de aquisição de conhecimentos como em relação à atitude frente ao sistema.

#### 1.4 A FIS 101 (FÍSICA PARA NÃO-FÍSICOS) DA UFRGS E O ENSINO INDIVIDUALIZADO

Conforme foi destacado no início deste relato, o objetivo do presente trabalho é a proposição de um modelo de ensino individualizado para a disciplina Física, código FIS 101.

Esta disciplina é oferecida para estudantes de Arquitetura, Agronomia, Bio-Ciências, Farmácia e Geografia, em caráter obrigatório e cujos conteúdos (Anexo 1) - apresentados em dois ou quatro semestres, em outros cursos de Física - devem ser passados sem sofisticação de cálculo matemático, em um único semestre.

O método de ensino ultimamente adotado é o de aulas expositivas, seguindo o esquema tradicional. No entanto, em 1970 foi feita uma tentativa de individualizar o ensino da disciplina, quando de sua primeira apresentação para os alunos de Arquitetura, segundo informe recebido pessoalmente do professor organizador, M.A. Moreira. Nesta apresentação, não se definiram objetivos de ensino para os alunos, os quais recebiam um resumo dos conteúdos de cada uma das unidades de ensino e deviam assistir obrigatoriamente uma aula teórica por semana. A individualização deu-se em termos: 1) do ritmo próprio nos testes das unidades e, 2) no "feedback" imediato que ocorria em decorrência da correção destes testes. Não há relatório escrito desta experiência de ensino, a qual não se repetiu em anos posteriores.

Tendo em vista as colocações feitas até aqui, verifica-se ser oportuno reorganizar o currículo de ensino de FIS 101, tornando-o mais adaptável às condições atuais da disciplina - vincula

da que está a diversas carreiras - e às características individuais de seus alunos.

#### 1.4.1 Caracterização de FIS 101 e Seus Alunos

Para que se proceda a uma modificação no método de ensino de uma dada disciplina, convém coligir dados referentes à mesma, com a finalidade de obter seu perfil característico. Com este propósito em mente, foram mantidos alguns encontros informais com professores de Arquitetura, Agronomia, Bio-Ciências, Farmácia e Geografia, durante reunião de suas Comissões de Carreira ou individualmente.

O objetivo desses encontros foi conseguir respostas às questões:

- 1) Em que medida o conteúdo programático de FIS 101 é adequado, isto é:
  - 1.1) Que disciplinas tem FIS 101 como pré-requisito explícito ou não ?
  - 1.2) Em que semestre os alunos assistirão aulas nessas disciplinas ?
  - 1.3) Qual o conteúdo programático dessas disciplinas?
- 2) É suficiente o tempo de um semestre para ensinar os conteúdos de FIS 101, de modo que os alunos tenham condições de transferir conhecimentos e habilidades ?
- 3) Como alunos que já cursaram FIS 101 têm se desempenhado nas disciplinas afins ?

Estas questões foram feitas oralmente aos professores e, à medida que respondiam, foram feitos apontamentos.

É importante salientar a surpresa e a satisfação que as entrevistas causaram nos entrevistados. Foi uma medida julgada iné



dita e de muito proveito no seio da Universidade, pois os objetivos educacionais sã serão atingidos se houver um real entrosamento entre as diferentes carreiras e departamentos.

### Questão 1

Em resposta aos itens 1.1) e 1.3) da questão, os professores forneceram uma relação do conteúdo programático de diversas disciplinas afins a FIS 101. O Quadro 1 apresenta em síntese o elenco dessas disciplinas, com o correspondente semestre em que devem ser estudadas em cada curso.

Os tópicos de física comuns a essas disciplinas são:

- a. fluídos (hidrostática e hidrodinâmica, circulação atmosférica)
- b. calor (temperatura, trocas, transmissão)
- c. gases (pressão)
- d. mudanças de estado
- e. termodinâmica
- f. energia (energia cinética, potencial, nuclear, fontes de energia)
- g. forças (equilíbrio, tensões, torque)
- h. eletricidade e magnetismo
- i. ótica (polarização, difração, fotometria)
- j. física moderna (radioatividade, radioisótopos)

### Questão 2

No que se refere a desdobrar FIS 101 em dois semestres, a idéia teve franca receptividade por parte dos professores de Bio-Ciências e de Agronomia (com um grupo destes foi mantido um longo diálogo numa reunião na Escola de Agronomia tendo, inclusive,

QUADRO 1: FIS 101 e suas Disciplinas Afins

Curso	Disciplina	Código	Semestre
AGRONOMIA	Prática de Máquinas Agrícolas	Agr 202	3º
	Mecânica de motores e máquinas agrícolas	Eng 338	4º
	Física do solo	Agr 303	5º
	Meteorologia e climatologia agrícola	Agr 204	5º
	Tecnologia agrícola	ITA 203	7º
ARQUITETURA	Mecânica para arquitetos	Eng 139	3º
	Condicionamento I	IPH 208	4º
	Condicionamento II	Eng 339	5º
BIOLOGIA	Biofísica	Bio 314	3º
	Geologia Geral	Geo 201	4º
	Ecologia Geral	Bio 416*	7º
	Oceanografia Biológica	Bio 404*	8º
FARMÁCIA	Introdução à Físico-Química	Qui 307	4º
	Química Analítica quantitativa II	Qui 110	5º
	Tecnologia Bio-Química II	Far 106	6º
	Tecnologia Geral II	Far 107	7º
	Tecnologia Bio-Química I	Far 105	7º
	Tecnologia Farmacêutica I	Far 209	8º
	Tecnologia Alimentar II	ITA 207	8º
GEOGRAFIA	Geografia Física I	Geo 101	2º
	Geologia Geral	Geo 201	2º
	Climatologia I	Geo 102	3º
	Geologia Estrutural	Geo 204	3º
	Oceanografia física	Geo 103	4º
	Climatologia II	Geo 104	4º
	Geografia da energia	Geo 108	5º

um professor, recém doutorado nos Estados Unidos, lembrado que nesse país física é ensinada em 2 semestres para alunos de Agronomia<sup>(4)</sup>). As demais Comissões de Carreira acreditam que um semestre é suficiente, tendo mesmo alguns professores da Arquitetura ressaltado que, em geral, revisam os conteúdos de física necessários antes de iniciar suas disciplinas e, por conseguinte, um semestre é suficiente, considerando ainda o fato de que possivelmente dois semestres trariam complicações em termos de sobrecarga horária para os alunos.

### Questão 3

No que diz respeito ao desempenho dos alunos - como usam os conceitos e habilidades adquiridos em física - alguns professores disseram que é comum encontrar alunos "esquecidos" do que aprenderam, talvez porque, em alguns casos, estudam física no 1º semestre do curso e uma disciplina afim no 4º ou 8º semestre; outros disseram que automaticamente recapitulam o que precisam de física antes de iniciarem suas disciplinas. Mas em geral, os professores disseram carecer de uma medida mais precisa para responder à questão.

Como se verifica, FIS 101 é uma disciplina que, ainda que atenda tópicos comuns, envolve alunos que se destinam a diferentes carreiras, os quais, por conseguinte, apresentam interesses e motivações diversificados.

---

(4) Em Montreal, na Universidade de McGill, física também é apresentada em 2 semestres, para alunos da área da saúde, conforme constatação pessoal ao visitar aquela Universidade em 1972.

Quanto à caracterização dos alunos de FIS 101, esta é feita através de uma ficha individual (Anexo 2) que os alunos devem preencher no primeiro dia de aula. Segundo esta ficha, tem-se verificado que alguns alunos, principalmente os que se destinam às Ciências Biológicas, são em grande parte do sexo feminino provenientes de Curso Normal, os quais apresentam muita dificuldade em acompanhar as aulas teóricas expositivas, pois ou não estudaram física na escola secundária, ou estudaram-na apenas durante um ano. Por outro lado, muitos desses estudantes cursam Ciências Biológicas como segunda opção, uma vez que sua meta é outra carreira.

No que concerne aos estudantes de Arquitetura, seu nível médio na entrada do curso é bastante melhor, pois quase todos são oriundos de curso científico e Arquitetura é sua primeira opção no vestibular.

Deste modo, com alunos de tão diferentes níveis de escolaridade e aspiração, é de se esperar que os conhecimentos prévios, os ritmos de aprendizagem e mesmo os estilos de aprendizagem sejam diferentes.

Certamente, conforme o que já foi exposto até aqui, uma abordagem tradicional no ensino de FIS 101 é bastante inadequada. É preciso, pois, organizar seu ensino de modo mais flexível para favorecer o rendimento e a motivação (Holton, 1969; Butler e Inoue, 1972; Strassenburg, 1972; Hewitt, 1972) permitindo, sempre que possível, que os estudantes realizem estudos opcionais, esquematizem pequenos projetos de laboratório (Sneider, 1972; Aldridge e Feldker 1969) e possam "saltar conteúdos" (Bruner, 1969).

Assim, tendo em vista as colocações teóricas preliminares, definindo ensino tradicional e ensino individualizado, considerando os estudos já desenvolvidos em física geral introdutória para físicos e não-físicos e os modelos de ensino por eles empregados, a

escolha do modelo de ensino que deveria ser adotado para FIS 101 recaiu no ensino modularizado. Escolha semelhante foi feita por Kahn e Strassenburg (1975), conforme mostrado na página 26, devendo-se salientar, no entanto, que seu artigo foi editado quando o modelo do presente trabalho já estava em aplicação.

É, pois, importante que neste momento se proceda a uma apresentação detalhada daqueles aspectos que caracterizam instrução modular, de modo geral, para em seguida apresentar o modelo proposto e testado em FIS 101.

#### 1.4.2 Caracterização de Instrução Modular

##### O que é uma instrução modular ?

Instrução modular é aquela que pode ser composta total ou parcialmente por módulos. "Pode haver um único módulo ou alguns inseridos num curso tradicional, ou pode haver cursos completos seqüenciados em módulos". (Creager e Murray, 1971, p.11).

##### O que é um módulo ?

Módulo é uma unidade de instrução auto-suficiente e independente. Com um conjunto de atividades de aprendizagem sugeridas de modo a auxiliar o estudante a atingir um pequeno conjunto de objetivos bem definidos. (Goldschmid e Goldschmid, 1972, p.2).

##### Quais os objetivos de uma instrução modular ?

Conforme a apresentação de Goldschmid e Goldschmid (1972, p.3-4), em síntese, os objetivos de uma instrução modular são: - através de módulos - permitir ao aluno:

- a. seguir em ritmo próprio, tendo em vista seus conhecimentos prévios e estilos de aprendizagem;
- b. escolher os meios e modos de aprendizagem compatíveis

com seus estilos de aprendizagem;

- c. selecionar tópicos de aprendizagem ligados aos seus interesses e motivações;
- d. receber "feedback" e repetir um módulo, caso não tenha atingido os objetivos do módulo.

#### Quais os componentes de um módulo ?

Não existe um formato rígido para estruturar um módulo ou ensino modular, contudo, Murray (1971, p.5) apresenta uma lista dos elementos básicos, a partir de generalizações de vários formatos de instrução modular, Tais elementos são:

- a. Definição do propósito do módulo.
- b. Apresentação dos pré-requisitos necessários.
- c. Objetivos instrucionais.
- d. Pré-teste diagnóstico.
- e. Listagem dos implementos (multi-meios e multi-atividades).
- f. Sugestão de tarefas para ampliar o estudo do módulo.
- g. Manual (guia) de instruções, indicando como atingir os objetivos através dos implementos.
- h. Pós-teste de avaliação.
- i. Estudo crítico do programa implementado comparativamente a outros programas desenvolvidos.

#### Alternativas de Formatos de Módulos

Existem alternativas que podem ser adotadas com relação 1) ao conteúdo do módulo, 2) à seqüência de estudo dos módulos, 3) ao tempo para estudo dos materiais modulares, 4) às atividades - conforme Marcel e Barbara Goldschmid (1972) - e 5) quanto ao pré-teste diagnóstico, segundo Murray (1971, p.6). Essas alternativas são:

## 1) Quanto ao conteúdo:

- o estudante pode completar todos os módulos ou pode escolher um certo número de módulos;
- o conteúdo de um curso pode ser total ou parcialmente modularizado;
- pode haver um grupo de módulos obrigatórios e outro de módulos opcionais.

## 2) Quanto à seqüência:

- o estudante pode estudar os módulos em uma seqüência rígida ou escolher sua seqüência de estudo;

## 3) Quanto ao tempo de estudo:

- os materiais instrucionais podem estar disponíveis durante todo o dia ou por um tempo limitado;
- todo o material modular poderá ser estudado individualmente ou poderá haver encontros de pequenos e grandes grupos (com conferências, discussões, etc).

## 4) Quanto às atividades:

- a partir dos objetivos, os alunos podem selecionar as atividades que lhes proporcionarão a competência e domínio dos objetivos.

## 5) Quanto ao pré-teste diagnóstico por módulo:

- poderá existir pré-teste diagnóstico para alguns ou todos os módulos, com a finalidade de obter informação se o estudante preenche os pré-requisitos do módulo ou domina seus objetivos.

Marcel e Barbara Goldschmid (1972), apresentam uma lista

gem de disciplinas que já adotaram ensino através de módulos, bem como alguns formatos de cursos modulados. Por exemplo, no curso modular de biologia da Purdue University, montado por Postlethwait, foi dada ênfase na comunicação áudio-tutorial entre professor e aluno, o mesmo acontecendo com os "pacotes" de biologia do Columbia Junior College de Columbia, California, onde também foi dado destaque ao conceito central, abordagem semelhante à encontrada no UNIPAC e no LAP, como foi descrito na seção 1.2.4.

Em face do exposto, pode-se dizer que o ensino modular mantém correspondência com os diferentes aspectos que devem ser levados em conta na organização de um ensino individualizado, conforme o referencial teórico apresentado na seção 1.2.2, bem como é adequado às características de FIS 101.

Para destacar as vantagens de ensino individualizado modular (EM), frente a ensino tradicional (ET) convém apresentar um confronto entre os mesmos seguindo o referencial teórico deste trabalho. O Quadro 2 apresenta tal confronto.

#### 1.4.3 O Modelo de Ensino Modular Proposto para FIS 101

O modelo de ensino modularizado para FIS 101 foi elaborado a partir do referencial teórico da seção 1.2.2. Além disso, considerando a possibilidade de diferentes abordagens alternativas na estruturação do formato de um módulo e de uma instrução modular, foram destacados dos modelos de ensino individualizado, aqui enfocados, aqueles aspectos julgados mais adequados à disciplina em foco neste trabalho. Este modelo, ainda que abrangente em suas características gerais, foi desenvolvido apenas para a metade do curso - 4<sup>a</sup> unidade e 5<sup>a</sup> unidade do Anexo 1 - conforme ficará justificado



QUADRO 2 - Confronto entre Ensino Tradicional e Ensino Modular

Referencial Teórico	Ensino Tradicional (ET)	Ensino Modular (EM)
1. Definição dos objetivos educacionais	Existem em geral implicitamente na seleção dos conteúdos de ensino.	Existem explicitamente na seleção dos conteúdos e experiências de ensino.
2. Seleção e organização do conteúdo em unidades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ênfase a fatos e idéias principais da disciplina e comuns a todos os alunos.</li> <li>- Unidades muito extensas, ao final das quais é pedido um teste.</li> <li>- Cuidado na ordem seqüencial lógica da disciplina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Destaque a fatos e idéias principais da disciplina e comuns a todos os alunos.</li> <li>- Destaque a fatos e idéias específicos aos diferentes interesses dos alunos.</li> <li>- Unidades pequenas ao final das quais é apresentado um teste.</li> <li>- Cuidado na ordem seqüencial lógica da disciplina.</li> <li>- Cuidado na ordem seqüencial psicológica do aluno</li> </ul>
3. Definição dos objetivos específicos de ensino.	Nem sempre presente.	Sempre presente.
4. Seleção dos recursos de ensino.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ênfase em aulas expositivas para grande grupo, com eventuais discussões em classe.</li> <li>- Proposição casual de tarefas individuais.</li> <li>- Algumas apresentações - em grande grupo - de filmes ou outros recursos audio-visuais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A critério do aluno, consoante os objetivos de ensino e seus estilos de aprendizagem.</li> <li>- Há sempre incentivo de multi-atividades individuais, pois a ênfase é dada à aprendizagem individual.</li> </ul>
5. Avaliação	Ao final de unidades extensas e num mesmo dia para todos, não visando maestria.	Ao final de pequenas unidades, segundo o ritmo próprio de cada aluno e visando maestria.
6. "Feedback"	Retardado e apresentado quando o professor corrige os testes, onde muitas vezes apenas marca certo ou errado.	Imediato e individual com possibilidade de o aluno justificar-se e elaborar nova resposta.
7. Comportamento fundamental do professor.	Expositor, apresentador de informações.	Organizador das condições gerais do ensino e orientador dos alunos
8. Comportamento fundamental do aluno.	ouvinte passivo	participador ativo do processo ensino-aprendizagem.

através da apresentação do problema.

Etapas Organizacionais do Modelo de Ensino Modular

1<sup>a</sup> Etapa- Definição dos objetivos educacionais - de FIS 101 através do levantamento das disciplinas afins (Quadro 1) e suas necessidades e das características gerais dos alunos - através de ficha individual (Anexo 2).

2<sup>a</sup> Etapa- Seleção dos conteúdos comuns às diferentes carreiras (seleção de texto ou textos de física).

Seleção dos conteúdos específicos às diferentes carreiras (seleção de textos e/ou periódicos especializados para leitura).

Divisão dos conteúdos em módulos básicos comuns às carreiras - pequenas unidades - onde os tópicos se sequenciem segundo a organização lógica da disciplina e psicológica do aluno.

Havendo possibilidade, além dos módulos obrigatórios relacionados aos conteúdos comuns às carreiras poderão ser elaborados módulos opcionais relacionados aos conteúdos específicos de cada carreira.

3<sup>a</sup> Etapa- Definição de objetivos específicos de ensino ligados aos conteúdos de cada módulo.

4<sup>a</sup> Etapa- Seleção dos recursos de ensino, tais como:

- multi-meios: filmes, filmes-"loops", "vídeo-tapes", experiências de laboratório;
- multi-atividades: ler textos de física e de periódicos (revistas); ver filmes sonoros e filmes-"loops"; assis

tir aula em "vídeo-tape"/módulo para ter uma visão sin  
tética do mesmo; manipular experiências de laboratório  
 e escrever relatórios das mesmas; estudar texto auto -  
 instrutivo;

recursos estes que os alunos irão selecionar, seguindo  
 as sugestões do guia de estudos de cada módulo, conforme  
 seus estilos de aprendizagem

- 5<sup>a</sup> Etapa- Elaboração do programa de avaliação, segundo os crité-  
 rios apresentados no referencial teórico e envolvendo:
- bateria de testes por módulo ligados aos objetivos do  
 módulo e os quais o aluno responde conforme seu ritmo  
próprio;
  - relatórios de laboratório que o aluno apresentará para  
 todas ou um certo número de experiências;
  - dissertação sobre um tópico de física **ligado** à carreira  
 do aluno e escolhido pelo aluno.

Deve-se construir três ou mais testes por módulo, tal  
 que o aluno possa responder a um novo teste caso tenha de  
 repetir o módulo, se não tiver atingido o critério de  
competência de no mínimo 80% de acertos por teste.

- 6<sup>a</sup> Etapa- Estabelecimento dos modos de apresentação do "feedback"  
 para o aluno, o que deverá ocorrer basicamente durante a  
 correção imediata de cada teste que o aluno responde ao  
 longo dos módulos e através das respostas inseridas após  
 as questões do texto programado de estudo, para propi-  
 ciar o reforço necessário.

- 7<sup>a</sup> Etapa- Definição dos comportamentos dos professores (aqueles de  
 finidos na Figura 2 envolvendo a redação de uma lista

desses comportamentos, para ser distribuída entre a equipe de trabalho.

8ª Etapa- Definição dos comportamentos dos alunos (aqueles definidos na Figura 2), envolvendo a redação de um guia de estudo, onde serão destacados os conteúdos, os objetivos, as atividades de cada módulo (seguidos de sugestão sobre o momento de desenvolvê-las) e apresentada a bibliografia adicional.

Os componentes de um módulo no modelo de ensino modular adotado são:

- a. Listagem de conteúdos consoante os objetivos educacionais de FIS 101.
- b. Objetivos de ensino.
- c. Listagem dos implementos dos módulos com instrução sugestiva para os alunos de como e quando usá-los para atingir os objetivos do módulo.
- d. Texto auto-instrutivo com questões e respectivas auto-correções.
- e. Pós-teste de avaliação dos objetivos específicos de ensino, com "feedback" imediatamente após a conclusão de um pós-teste, permitindo-se ao aluno justificar e reformular suas respostas.

#### 1.5 O PROBLEMA

Tendo em vista as proposições teóricas feitas até aqui, tendo em vista que até o presente a abordagem de ensino habitualmente adotada em FIS 101 é a de ensino tradicional o problema que sugestivamente se configura é o estabelecimento de uma comparação entre os métodos de ensino ET e EM. Esta comparação pode ser feita de dois modos: 1) comparando, dentro de um mesmo conteúdo, as aqui

sições ou ganhos na aprendizagem entre dois grupos de alunos, em que um constitui o grupo controle e o outro o grupo experimental ;  
 2) comparando, para um mesmo grupo de alunos, as aquisições ou ganhos na aprendizagem entre duas situações de ensino-situação controle (SC) e situação experimental (SE) - em que os conteúdos são diferentes.

Optou-se pela segunda alternativa pelos motivos que se-  
 quem.

Primeiro, o curso de FIS 101 abrange um vasto conteúdo e não existe um livro texto adequado ao mesmo. Por conseguinte, seria necessário escrever um texto (auto-instrutivo de preferência) envolvendo apenas aqueles aspectos fundamentais mais significativos de física. Isto foi feito para os conteúdos da 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> Unidades, constantes no Anexo 1.

Segundo, usando dois grupos de alunos - um controle e outro experimental - há necessidade de emparelhar os grupos. Porém, em se tratando de seres humanos, o emparelhamento nem sempre se torna efetivo pois é sabido que as previsões que se fazem relacionadas a variáveis humanas nem sempre são corretas, pois existe uma série de fatores que prejudicam e "mascaram" tais previsões, o que não acontece com as variáveis em jogo no domínio das ciências exatas.

Finalmente, muitas vezes as turmas de FIS 101 são divididas de tal modo que a cada professor corresponde uma única turma. No entanto, são freqüentes e muitas vezes numerosas as desistências por turma, de modo que muitas ficam reduzidas a 20 ou 30 alunos, bastante heterogêneos no que diz respeito a sexo e carreira. Nestas condições, a seleção de um grupo controle e de um grupo experimental ficaria prejudicada em número e afetada por uma série de variáveis intervinientes como sexo, carreira, conhecimentos prévios e estilo do professor. Isto, por conseguinte, impossibilitaria a seleção por sorteio das amostras (controle e experimental), o que - como lembra Escotet (1973, p.125) - é uma das normas bási

cas de um "design" experimentalmente verdadeiro.

Em face a estas justificativas, o problema do presente trabalho pode ser definido da seguinte maneira:

Se um mesmo grupo de alunos de FIS 101 for submetido a duas situações sucessivas de ensino:

- 1) Situação SC com ensino ET que propicie participação passiva do aluno, não respeite seu ritmo e estilos próprios de aprendizagem e não lhe forneça "feedback" imediato;
- 2) Situação SE com ensino EM que propicie a participação ativa do aluno através de conteúdos e tarefas opcionais, respeite seu ritmo e estilos próprios de aprendizagem e lhe forneça "feedback" imediato; apresentarão eles diferentes ganhos na aprendizagem dos conteúdos envolvidos em cada situação ?

#### 1.6 AS HIPÓTESES

Para elaborar as hipóteses deste estudo foram considerados:

- 1) o problema em foco;
- 2) o fato de que no 1º semestre de 1975 (período em que se desenvolveu este trabalho) a maioria dos alunos matriculados em FIS 101 seriam oriundos principalmente dos cursos de Arquitetura e Farmácia;
- 3) o fato de que os alunos estariam divididos em quatro turmas (cada uma regida por um professor), três das quais bastante homogêneas em curso - turma A, Farmácia; turma B, Arquitetura; turma D, Farmácia.

##### Hipótese nº 1

O ganho ( $\Delta$ ) na aprendizagem será maior na situação (SE)

do que na situação (SC), considerando os alunos como um todo, isto é, sem considerar as variáveis sexo e curso de origem.

Hipótese nº 2

O ganho ( $\Delta$ ) na aprendizagem será maior na situação SE do que na situação SC, considerando a comparação entre alunos de um mesmo sexo.

Hipótese nº 3

O ganho ( $\Delta$ ) na aprendizagem será maior na situação SE do que na situação SC, considerando a comparação entre alunos de um mesmo curso.

Hipótese nº 4

O ganho ( $\Delta$ ) na aprendizagem na situação SC dependerá da turma a que pertence um grupo de alunos, visto esta situação depender do estilo do professor.

Hipótese nº 5

O ganho ( $\Delta$ ) na aprendizagem na situação SE não apresentará diferença significativa quando se compararem os ganhos de alunos de diferentes turmas, pois esta situação não depende do estilo do professor.

1.7 DESTAQUE E DEFINIÇÃO DOS TERMOS-CHAVE DO  
TRABALHO

Situação Controle (SC)

Situação em que se usa ensino tradicional (ET).

Situação Experimental (SE)

Situação em que se usa ensino modularizado (EM).

Ensino Tradicional (ET)

Ensino em que se dá ênfase à participação passiva do aluno sem respeitar seus estilos e ritmo próprios de aprendizagem.

Ensino Modularizado (EM)

Ensino através de módulos, em que se dá ênfase à participação ativa do aluno e respeitam-se seus estilos e ritmo próprios de aprendizagem, através de conteúdos e atividades individuais-opcionais.

Módulo

Unidade de instrução, auto-suficiente, com um conjunto de atividades de aprendizagem sugeridas de modo a auxiliar o estudante a atingir um pequeno conjunto de objetivos no seu próprio ritmo de aprendizagem.

Atividades Opcionais

Conjunto de tarefas facilitadoras da aprendizagem que poderão ser selecionadas a critério do aluno para atingir os objetivos específicos de um módulo (ver filme ou realizar uma experiência de laboratório, etc).

Conteúdos Opcionais

Leituras de textos (revistas ou livros) que poderão ser feitas pelos alunos para relacionar um conteúdo básico de física com conteúdos de sua carreira.

Ritmo Próprio

Tempo que cada estudante dispenderá para atingir os objetivos de um módulo, com 80%, no mínimo, de domínio dos mesmos.



Participação Passiva

É aquela em que o aluno situa-se como mero ouvinte na situação ensino-aprendizagem.

Participação Ativa

É aquela em que o aluno situa-se como um membro co-organizador da situação ensino-aprendizagem, selecionado seus meios, atividades e conteúdos de aprendizagem.

Estilos de Aprendizagem

Características próprias do aluno segundo as quais ele é impulsionado a escolher um determinado meio e atividade facilitadores da aprendizagem.

Estilo do Professor

Característica própria do professor manifestada através da maneira de organizar e apresentar as aulas expositivas no ET.

Ganho na Aprendizagem ( $\Delta$ )

Diferença efetuada entre os conhecimentos de saída (resultados de pós-teste de aprendizagem) e os conhecimentos de entrada (resultados de pré-teste de aprendizagem) numa dada situação de ensino - SC ou SE - e obtidos através de teste objetivo (teste em que o aluno escolhe uma resposta certa dentre cinco alternativas).

"Feedback" Imediato

Toda a informação que o aluno recebe por escrito ou oralmente, logo após ter cumprido uma tarefa, dizendo se ele a cumpriu bem ou mal, permitindo que ele saiba a resposta correta.

## 2. MÉTODO

### 2.1 SUJEITOS

Tendo em vista as indagações relativas ao ensino de FIS 101 em um semestre, para universitários voltados a diferentes carreiras, tomou-se como população alvo os alunos matriculados nesta disciplina no 1º semestre de 1975.

Apesar de FIS 101 ser disciplina obrigatória apenas para alunos dos cursos de Agronomia, Arquitetura, Ciências Biológicas, Farmácia e Geografia, existem alunos que nela se matriculam em caráter optativo.

A Tabela 1 apresenta a população matriculada no semestre 1/75 (1º semestre de 1975), indicando, também, o número de desistentes por curso.

TABELA 1 - População-alvo de FIS 101 no Semestre 1/75

Curso	Matrículas	Desistências	Diferença	Amostra
Agronomia	16	5	11	5
Arquitetura	65	11	54	41
C. Biológicas	11	4	7	6
Farmácia	85	13	72	66
Geografia	17	11	6	4
Diversos (FIS 101 optativa)	7	2	5	4
<b>TOTAL</b>	<b>201</b>	<b>46</b>	<b>155</b>	<b>126</b>

Dos 201 alunos matriculados, 46, cerca de 23%, desistiram da disciplina até a metade do semestre, restando uma população de 155 alunos, dos quais selecionou-se a amostra de 126 alunos. O critério de seleção foi o de levar em conta todos os sujeitos matriculados em FIS 101, que tivessem realizado o pré e o

pós-teste de conhecimento em física (teste de 100 itens do Anexo 3) em duas situações de ensino.

As características da amostra encontram-se na Tabela 2, cujas informações foram colhidas pela ficha do Anexo 2, apresentada a todos os alunos no primeiro dia de aula.

Tendo em mente as hipóteses e como a maior parte da amostra é constituída por alunos de Arquitetura (32,5%) e por alunos de Farmácia (52,5%), quando se analisar a influência do modelo de ensino experimental por curso, far-se-á apenas considerando os cursos de Arquitetura e Farmácia.

De acordo com a Tabela 2, verifica-se que:

- os alunos possuem 21 anos de idade em média;
- a maioria (71%) é do sexo feminino;
- o número de repetentes é desprezável;
- muito poucos alunos (15%) trabalham além de estudar;
- os alunos cursam em média 6 disciplinas/semestre;
- o curso a que pertencem os alunos é para a maioria (88%) 1<sup>a</sup> opção no vestibular;
- a maioria (91%) já estudou física no curso secundário, de 2,5 a 3 anos em média.

Estes alunos estavam grupados em quatro turmas, conforme apresentação da Tabela 3.

TABELA 2 : Características da Amostra da Experiência

CURSO	Nº de alunos	Sexo		Idade Média	Nº de repetentes	Trabalham além de estudar		Nº médio disc/sem	1ª opção no vestibular		Curso Secundário			
		M	F			nº	%		horas méd/ semana	Nº	%	tipo	tempo de estudo de física	
Farmácia	66	12	54	20	4 : 6,6%	8	12%	25	6	57	86%	95% científico 5% normal	3 anos	
Arquitetura	41	13	28	19	2 : 5,0%	5	12%	33	6	41	100%	98% científico 2% normal	3 anos	
TOTAL PARCIAL	107	25	82											
Agronomia	5	5	-	23	3 : 60,0%	-	-		7	4	80%		científico 2,5 anos	
C.Biológicas	6	3	3	25	1 : 16,0%	4	66%	19	6	4	66%		66% científico 34% normal	2,5 anos
Geografia	4	1	3	22	-	1	25%	19	7	3	75%		50% científico 50% normal	1,5 anos
Química <sup>o</sup>	1	-	1	21	-	-	-		6	-	-			
Física <sup>o</sup>	1	1	-	20	-	-	-		5	1				
Pedagogia <sup>o</sup>	1	1	-	24	-	1	100%	44	5	1				
Administração <sup>o</sup>	1	1	-	21	-	-	-		6	-				
TOTAL PARCIAL	19*	12	7		*Este total corresponde a 15% da amostra, para os quais não se fará a análise de resultados/curso, dado o número não representativo de alunos/curso.									
TOTAL GERAL	126	37	89	21	10 ~8%	19 ~15%	28h med/sem	6	111 ~89%	115-93% de 2,5 a 3 anos científico				

<sup>o</sup>Para os alunos destes cursos, FIS 101 é disciplina optativa; para os demais FIS 101 é disciplina obrigatória.

TABELA 3 - A Amostra e suas Turmas

Turma	Faixa Horária (horas)	Dias de Aula (dias da semana)	Nº de Alunos da amostra
A	7:30- 9:30	2 <sup>as</sup> , 4 <sup>as</sup> , 6 <sup>as</sup>	45 (todos de Farmácia)
B	10:30-12:30	2 <sup>as</sup> , 4 <sup>as</sup> , 6 <sup>as</sup>	39 (36 de Arquitetura)
C	13:30-15:30	2 <sup>as</sup> , 4 <sup>as</sup> , 6 <sup>as</sup>	18 (grupo heterogêneo) <sup>(5)</sup>
D	16:30-18:30	2 <sup>as</sup> , 4 <sup>as</sup> , 6 <sup>as</sup>	24 (21 de Farmácia)
TOTAL DE ALUNOS DA AMOSTRA : 126			

## 2.2 INSTRUMENTOS

Nesta secção serão descritos: 1) os instrumentos de sondagens (fichas, registros, questionários); 2) os instrumentos para fornecer orientação para professores, monitores e alunos; 3) os instrumentos de medida da aprendizagem (testes) - sua elaboração e testagem, bem como 4) os materiais (multi-meios envolvidos nos módulos da SE).

### 2.2.1 Instrumentos de Sondagem

#### Ficha Individual Definitória dos Sujeitos (Anexo 2)

Esta ficha, com alguma alteração na forma redacional, é a mesma que tem sido apresentada tradicionalmente aos alunos de FIS 101, no seu primeiro dia de aula. Sua utilização permitiu fazer um mapeamento das características definitórias da amostra de sujeitos deste estudo, em termos de sexo, curso (carreira), condições de estudo (nº de disciplinas cursadas, tempo disponível, se

<sup>(5)</sup> Os 18 alunos da turma C formavam um grupo heterogêneo:

- 4 de Agronomia
- 3 de Arquitetura
- 1 de Física
- 4 de Geografia
- 6 de Biociências

trabalha ou não), escolaridade prévia (tipo de curso secundário, outros cursos universitários que cursa).

Ficha Individual de Acompanhamento do Aluno na Situação de Ensino SE (Anexos 4 e 5)

Durante a situação de ensino SE, cada professor ou monitor devia registrar em uma ficha individual/aluno (Anexo 4) os desempenhos de cada aluno/módulo, anotando o dia de início e de término do módulo, o número de acertos/teste/módulo, bem como destacar alguma observação específica como: que atividade sugeriu ao aluno/módulo, face ao seu insucesso na primeira tentativa de responder ao pós-teste do módulo. No verso desta ficha (Anexo 5) o aluno registrava as atividades e meios de ensino adotados/módulo,

Gráfico de Progresso do Estudante (Anexo 6)

Este instrumento foi distribuído a cada aluno para que pudesse registrar seu avanço durante o ensino modular, cuidando para não ficar muito aquém do prazo médio (abaixo da linha diagonal que definia o avanço de um aluno médio ao longo dos módulos - os rápidos situando-se acima e os lentos abaixo da diagonal), de tal forma que pudesse concluir todos os módulos dentro do prazo máximo.

Questionários de Opinião (Anexos 7 e 8)

Foram apresentados dois questionários- $Q_I$  e  $Q_{II}$  aos alunos durante a SC e a SE para sondar suas opiniões relativas à física e à FIS 101. Foram construídos segundo a escala Likert, conforme apresenta Best (1970, cap.7).

Como estes questionários não foram convenientemente testados e, por conseguinte, reelaborados, seus dados serão usados apenas como subsídios na discussão deste relato, pois algumas ques

tões não foram adequadas e outras estão mal formuladas.

O questionário I ( $Q_I$  - Anexo 7) foi apresentado antes da SC, após a SC e ao fim da SE. O questionário II ( $Q_{II}$  - Anexo 8) foi apresentado após a SC e após a SE. Essas apresentações sucessivas de um mesmo questionário visavam constatar eventuais mudanças de opinião por parte dos alunos.

### 2.2.2 Instrumentos de Orientação

#### Instruções à Equipe de Trabalho da SE (Anexo 9)

Ao iniciar a situação de ensino SE foi distribuída uma lista de atribuições aos professores e monitores envolvidos na experiência, com finalidade de orientá-los na aplicação de testes, no "feedback" e reforço, no registro de resultados e no tutoramento dos alunos.

#### Instruções aos Alunos ao Introduzir a SE (Anexo 10)

Neste manual procurou-se justificar a introdução de um novo tipo de ensino (não se comentando os motivos do experimento em si), definindo-se ensino modular e módulos, discriminando-se os conteúdos de ensino, as atividades e os modos de desenvolvê-las; bem como o programa da avaliação.

Devido ao grande número de alunos/teste numa mesma faixa horária e considerando que alguns alunos estavam desenvolvendo atividades de laboratório (ver "loops", fazer experiências, etc) e recebendo tutoramento na mesma sala e na mesma hora, alterou-se um pouco o fluxograma e a distribuição de salas, notificando-se os alunos através de um comunicado escrito (Anexo 11).

### 2.2.3 Instrumentos de Medida da Aprendizagem (Testes)

#### Testes para os Módulos

A bateria de testes elaborada para os módulos (três por módulo e equivalentes entre si) não terá seus resultados analisados estatisticamente, visto esses testes não estarem diretamente vinculados às hipóteses, mas terem servido tão somente para medir o nível de competência/módulo.

A elaboração desses testes foi feita seguindo os critérios de Taba (1962) apresentados anteriormente no referencial teórico. Envolveram os níveis conhecimento, compreensão, aplicação e análise da taxonomia de Bloom (1972).

#### Teste Objetivo (Anexo 3)

Este foi o instrumento fundamental usado na testagem das hipóteses. Foi construído a partir de um teste padronizado com cerca de 5000 itens (Dressel, 1956). Suas 100 questões (100 itens) obedeceram aos níveis conhecimento, compreensão, aplicação e análise da taxonomia de Bloom (1972) e foram elaboradas de tal modo que existe uma correlação de equivalência entre as questões pares e as questões ímpares.

Tendo esse instrumento sido construído com metades equivalentes, sua fidedignidade (testada em aplicação piloto) (6) foi calculada através da fórmula da Spearman-Brown (Vianna, 1973, p.149):

$$r_n = \frac{nr_{xy}}{1+(n-1)r_{xy}} \quad (1)$$

---

(6) A aplicação piloto foi feita no início do 2º semestre de 1974.



onde:  $n = n^{\circ}$  de vezes em que são aumentados os itens

$r_{xy}$  = coeficiente de fidedignidade obtido entre a correlação das duas metades do teste, segundo a fórmula de Pearson (Baquero, 1970, p.101)

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{N \sigma_x \sigma_y} \quad (2)$$

Nesta relação (2) tem-se:

$x$  = desvio nos acertos das questões ímpares

$y$  = desvio nos acertos das questões pares

sendo

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum x^2}{N}} \quad (3)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum y^2}{N}} \quad (4)$$

Como, no presente estudo,  $n = 2$ , a (1) fica escrita como:

$$r_{(2)} = \frac{2 r_{xy}}{1 + r_{xy}} \quad (5)$$

Usando os escores do teste de conhecimento obtidos por uma amostra de 30 sujeitos, obteve-se o seguinte coeficiente de fidedignidade:

$$r_{(2)} = 0,92 \text{ (com } r_{xy} = 0,854\text{).}$$

Este resultado indica que o instrumento oferece ótima confiabilidade, pois apresenta um bom coeficiente de fidedignidade.

#### 2.2.4 Materiais de Ensino (Multi-meios)

##### Texto Auto-instrutivo

Como não se encontrou um texto acessível para FIS 101, em português, fez-se necessário montar um texto de estudo relacionado aos conteúdos e objetivos desta disciplina. Por isto, escreveram-se textos auto-instrutivos<sup>(7)</sup> para cada um dos oito módulos existentes na SE. Foram elaborados de modo a obedecer à seqüência psicológica do aluno (do mais simples para o mais complexo), contendo noções, exercícios e auto-correção.

##### Guia de Estudo

Cada texto foi acompanhado por um guia de estudo contendo discriminação do conteúdo, objetivos específicos de ensino, orientação para alcançar os objetivos e bibliografia complementar (livros e artigos de revistas).

##### Artigos de Revistas Científicas

Os artigos de revistas científicas foram apresentados como um recurso que permitisse ao aluno escolher assuntos de seu interesse para leituras opcionais. Com esta finalidade é que também foi apresentada uma bibliografia para o aluno ampliar ou completar o estudo de um texto auto-instrutivo.

##### "Loops"

Os "loops" - filmes cassete mudos de 5 minutos de duração - serviam como meio de o aluno ampliar e completar o seu estudo

---

(7) Um conjunto de todos os instrumentos, não constantes dos anexos deste trabalho, acham-se à disposição dos interessados nas Bibliotecas da Faculdade de Educação e do Instituto de Física da UFRGS.

do de um dado módulo, visto apresentarem sugestivos experimentos demonstrativos. Alguns deles, como os dos módulos 1, 2 e 3 eram a acompanhados de texto-roteiro em inglês em suas caixinhas, os quais foram traduzidos para o português para facilitar seu manuseio pelo aluno. Esses "loops" são feitos pela "Ealing-Film Loops, Cambridge, Mass."

#### Filmes Sonoros

Os filmes sonoros foram usados com a mesma finalidade dos demais meios de aprendizagem. São filmes da Enciclopédia Britânica, da década de 50, mas muito sugestivos e claros na explicação dos conceitos fundamentais de física, tendo cada um uma duração média de 45 minutos.

#### Aulas em "VÍdeo-tape" (V.T.)

Com o objetivo de não privar o aluno de algumas aulas expositivas, foi gravado um "vídeo-tape" para cada módulo (com exceção do módulo nº 7) com a finalidade de sintetizar os conceitos envolvidos no módulo. A duração média de cada aula foi de meia hora. Os professores de cada uma das turmas em que estavam divididos os alunos é que foram os "artistas" - apresentadores dessas aulas<sup>(8)</sup>, tendo sido atribuição pessoal a gravação das aulas dos módulos 1 e 5.

#### Experiências de Laboratório

Foram selecionadas quatro experiências de laboratório - dentre as usualmente adotadas em FIS 101 - para os alunos montarem e coletarem dados:

---

(8) O V.T. do módulo-6, de acústica, foi gravado por um dos engenheiros eletrônicos do Instituto de Física da UFRGS.

Experiência nº 1: Sobre circuitos elétricos em série e em paralelo (módulo 2).

Experiência nº 2: Para verificar o efeito magnético da corrente elétrica (módulo 3).

Experiência nº 3: Para calcular a velocidade do som no ar pelo método da ressonância (módulo 6).

Experiência nº 4: Para medir comprimentos de onda da luz colorida - exp. de Young - (módulo 7).

Para cada experiência os alunos receberam roteiros específicos.

### 2.3 PROCEDIMENTOS

O experimento seguiu um "design" quasi-experimental, conforme foi verificado na apresentação do problema. Com base em Best (1970, p.151), o "design" deste estudo pode ser expresso esquematicamente conforme segue:

1 <sup>a</sup> situação	2 <sup>a</sup> situação
(SC)	(SE)
$Y_1 \quad X \quad Y_2$	$Y'_1 \quad X' \quad Y'_2$

Neste esquema o significado dos símbolos é o seguinte:

X: (variável independente) corresponde ao sistema de ensino tradicional ET dimensionado pelas características definidas no problema: aluno passivo; ausência de "feedback" imediato; inobservância ao ritmo e estilos de aprendizagem do aluno.

X': (variável independente) corresponde ao sistema de ensino modular EM caracterizado - conforme a definição do proble-

ma - basicamente por: aluno ativo; uso de "feedback" imediato, observância ao ritmo e estilos de aprendizagem do aluno.

$Y_1$ : (variável dependente) corresponde aos resultados do pré-teste objetivo (Pré SC) dos conteúdos da situação controle (conteúdos da 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> unidades do Anexo 1) obtidos a partir das 55 primeiras questões do teste objetivo de 100 itens (Anexo 3). É variável dependente dos conhecimentos prévios de cada aluno.

$Y_2$ : (variável dependente) corresponde aos resultados do pós-teste objetivo (Pós SC) dos conteúdos da situação controle, obtidos a partir da aplicação das mesmas questões do (Pré SC). É variável dependente dos conhecimentos adquiridos (ou lembrados) durante a situação de ET.

$Y'_1$ : (variável dependente) corresponde aos resultados do pré-teste objetivo (Pré SE) dos conteúdos da situação experimental (conteúdos da 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> unidades do Anexo 1) obtidos a partir das 45 últimas questões do teste objetivo de 100 itens (Anexo 3). É variável dependente dos conhecimentos prévios de cada aluno.

$Y'_2$ : (variável dependente) corresponde aos resultados do pós-teste objetivo (Pós SE) dos conteúdos da situação experimental, obtidos a partir da aplicação das mesmas questões do (Pré-SE). É variável dependente dos conhecimentos adquiridos (ou lembrados) durante a situação de EM.

De acordo com este "design", os sujeitos do experimento foram submetidos a duas situações sucessivas de ensino, de mesma duração cada uma - 8 semanas - envolvendo, porém, conteúdos distintos, ainda que relacionados.

No primeiro dia de aula do semestre, os alunos receberam de seus professores o cronograma da disciplina com informações relativas à carga horária, aos conteúdos, aos objetivos ge-

rais e às atividades a serem desenvolvidas no correr do semestre. Quanto às atividades, as informações fornecidas aos alunos diziam:

"As atividades na disciplina estarão divididas em duas etapas, ou dois bimestres.

Aulas no 1º bimestre: de 10/3 a 2/5.

Aulas do 2º bimestre: de 5/5 a 27/6.

O 1º bimestre estará dividido em três unidades.

1ª unidade - Estudo cinemático de movimentos. Força e leis de Newton. Torque e equilíbrio. Momentum linear e sua conservação. Trabalho, energia e sua conservação.

2ª unidade - Estudo de elasticidade e fluídos (hidrostática e hidrodinâmica).

3ª unidade - Estudo de Calor e Termodinâmica.

Avaliações: 1ª unidade - dia 2/4

2ª unidade - dia 16/4

3ª unidade - dia 30/4

Avaliação global do 1º bimestre: dia 2/5

O 2º bimestre conterà duas unidades:

4ª unidade - Eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo

5ª unidade - Fenômenos ondulatórios acústica, ótica. Física Moderna: física quântica, átomo, núcleo e radioatividade.

O cronograma do 2º bimestre será divulgado após o 1º bimestre. A avaliação global do 2º bimestre, será, no entanto, no dia 2/7.<sup>(9)</sup>"

Após a entrega do cronograma, o professor de cada turma solicitou que os alunos preenchessem uma ficha com dados pes-

---

(9) Data, no entanto, posteriormente alterada a pedido dos alunos, para 27/6.

soais (Anexo 2), bem como um questionário de opinião sobre o estudo de física vivenciado na escola secundária (Anexo 7).

No segundo encontro do semestre, os alunos responderam aos 100 itens do teste objetivo de conhecimentos (Anexo 3).

A partir do terceiro encontro, iniciaram-se, em cada turma, as atividades da situação controle, com:

- aulas expositivas de grande grupo;
- aulas de laboratório, não obrigatórias;
- avaliação em dia único para todos e sem chance de recuperação;
- "feedback" retardado (a correção era entregue aos alunos uma semana após a prova).

Nesta fase de estudos, os alunos receberam, por unidade, o seguinte material:

- a. uma lista de objetivos;
- b. um resumo dos conteúdos;
- c. uma lista de problemas sem auto-correção (estes eram discutidos pelo professor em aula de grande grupo).

Ao final de 8 semanas, encerram-se as atividades de ensino da etapa controle, apresentando-se aos alunos as 55 primeiras questões do pré-teste objetivo (Anexo 3), as quais correspondiam aos conteúdos estudados nestas semanas. O teste foi apresentado com o caráter de exame<sup>(10)</sup> separadamente para cada turma. Junto com o exame, foram apresentados aos alunos os questionários  $Q_I$  e  $Q_{II}$ . Um deles -  $Q_I$  (Anexo 7) era o mesmo apresentado pela primeira vez aos alunos. Ambos procuraram levantar dados referen-

---

(10) Esta medida foi adotada pois, na testagem piloto do teste, quando se fez uma pós-aplicação do mesmo, a maioria dos alunos não quis "perder tempo" em respondê-lo, uma vez que não valeria nota. Isto não aconteceu na pré-aplicação, talvez pela curiosidade de verificar o quanto sabiam de física. Como este pós-teste continha apenas 55 questões do teste geral, foi feita folha de rosto especial para o mesmo (Anexo 12).

tes ao interesse de estudar física e FIS 101<sup>(11)</sup>.

Ainda no dia do exame, os alunos de cada turma foram avisados que na próxima aula - seguinte ao exame - deveriam comparecer pontualmente em sua sala de aula, pois daí em diante suas atividades sofreriam modificações e, por conseguinte, haveria mudança de sala, uma vez que a habitualmente usada não ofereceria condições para o desenvolvimento das novas atividades. Nessa aula - seguinte ao exame - iniciou-se a situação de ensino experimental, cabendo à organizadora da experiência a tarefa de orientar os professores, monitores e alunos na introdução à nova etapa de estudos.

### 2.3.1 Descrição da Situação Experimental de Ensino

Esta fase de ensino foi implementada segundo o modelo de ensino descrito na seção 1.4.3. (O Quadro 2 apresentou uma síntese do modelo). Desenvolveu-se em oito semanas. Como os conteúdos desta fase foram divididos em oito módulos havia, portanto, um tempo médio de uma semana para os alunos vencerem um módulo.

Os conteúdos dos quatro primeiros módulos compuseram em seu todo uma unidade de estudo - a unidade de eletricidade; os conteúdos dos quatro últimos módulos compuseram uma nova unidade de estudo - a unidade relacionada a fenômenos ondulatórios.

Os materiais utilizados foram aqueles descritos na seção 2.2.4.

A equipe de trabalho foi constituída por:

- a. 4 professores (sendo um deles a organizadora da experiência).

---

(11) Para evitar algum mal entendido, que viesse prejudicar os resultados do experimento, procedeu-se um controle pessoal na aplicação do teste objetivo e dos questionários, em todas as turmas.



b. 4 monitores

c. 1 auxiliar de monitor

Antes de ser iniciada a SE, foram mantidos encontros com os professores e monitores, a fim de instruí-los no que diz respeito às suas atribuições durante o período da experiência. Para isto, foi-lhes distribuído um guia de instruções (Anexo 9).

O local das atividades ficou delimitado ao uso de três salas especiais, com a seguinte distribuição:

- 1) uma sala para testes<sup>(12)</sup>
- 2) uma sala para V.T. e filmes
- 3) uma sala para desenvolver atividades:
  - consulta ao professor e/ou monitor;
  - manipulação de experiências de laboratório; uso de "loops"; leitura e estudo.

Ao introduzir os alunos na SE foram-lhes distribuídas as instruções concernentes ao novo sistema de ensino (Anexo 10), lidas pelo professor-organizador perante cada turma a fim de garantir uma perfeita compreensão da nova metodologia de ensino. À medida que o documento era lido, foram destacados os aspectos mais relevantes da nova situação de ensino, como:

- a participação ativa do aluno no processo ensino-aprendizagem e o papel do professor;
- o porquê do critério de competência por módulo;
- o ritmo próprio na apresentação dos testes;
- a importância dos objetivos;
- o caráter opcional das diferentes atividades;
- o "feedback" imediato ao desempenho num teste, com a possibilidade de discutir as respostas com o apren-

---

(12) Esta sala foi adotada só a partir da 2ª semana da SE.

tador do teste, tal que, se o aluno justificar uma resposta errada, ganha certo na questão e, da mesma forma, não sabendo justificar uma resposta certa, ganha errado na questão;

- a importância do trabalho escrito no estabelecimento de maior vínculo entre física (FIS 101) e as disciplinas afins das carreiras dos alunos<sup>(13)</sup>;
- o uso dos textos auto-instrutivos seqüenciados em termos de pré-requisitos lógicos da disciplina e psicológicos do aluno.

Após as explicações iniciais, os alunos receberam o material do módulo 1, ou seja, 1) o texto auto-instrutivo, 2) o guia de estudo e 3) o roteiro de "loops".

Antes de abandonarem o local do encontro geral, os alunos de cada turma foram divididos em dois grupos, pares e ímpares, de acordo com a lista de chamada, para facilitar o uso das dependências onde se cumpririam as diferentes atividades de trabalho da fase de ensino modular.

De acordo com o fluxograma das instruções (Anexo 10), para uma mesma turma de alunos, numa mesma faixa horária, eram oferecidas tarefas em salas diferentes, por exemplo: enquanto os alunos pares assistiam filmes e V.T. numa sala, os alunos ímpares recebiam atendimento, estudavam ou faziam teste em outra sala.

No primeiro dia de EM os alunos não fizeram testes, apenas desenvolveram atividades de estudo para haver familiarização

---

(13) No primeiro encontro do semestre, os alunos receberam com o cronograma a listagem de disciplinas afins, aqui apresentadas no Quadro 1.

com os materiais e atividades. A partir do segundo dia de EM alguns alunos de cada turma apresentaram-se para o primeiro teste. Assim, na turma A: apresentaram-se 11 alunos, tendo sido aprovado apenas 1; na turma B: apresentaram-se 10 alunos, sendo aprovados 2; na turma C: nenhum aluno fez teste; na turma D: apresentaram-se 4 alunos e foram aprovados 2.

Em geral, os alunos que fizeram teste nesta primeira oportunidade, fizeram-no sem ter lido com cuidado os objetivos e sem terem visto filmes, "loops" ou V.T. Quanto aos alunos da Turma C, como eram os mais fracos de todos, somente no terceiro encontro da SE é que alguns fizeram a primeira tentativa de teste: 5 alunos fizeram teste, mas nenhum foi aprovado.

A primeira semana de implementação do ensino modular, mostrou ser necessário encontrar uma sala só para testes, visto que os alunos que estavam recebendo atendimento faziam muito ruído para os alunos que respondiam a teste na mesma sala. Foi encontrada uma sala disponível nas 4<sup>as</sup> e 6<sup>as</sup> feiras e, a partir da 2<sup>a</sup>. semana da SE os alunos receberam uma comunicação (Anexo 11) sobre o novo horário e novo local de testes.

O Quadro 3 mostra como foram distribuídas as atividades e a equipe de trabalho, por sala e por dia. Tendo em vista o número reduzido de elementos da equipe de trabalho e para garantir o "feedback" imediato nos testes, o professor organizador da experiência atendeu a todas as turmas em dias de teste, conforme se pode verificar no Quadro 3, onde este professor aparece indicado como Professor<sub>3</sub>.

Os alunos foram vencendo os módulos em seu ritmo próprio de trabalho. Havia três chances de testes por módulo, sendo todos os testes equivalentes entre si e construídos de modo a obedecer os objetivos do módulo. Cada aluno deveria alcançar 80% de

HORÁRIO	2 <sup>a</sup> feira		4 <sup>a</sup> feira		6 <sup>a</sup> feira		
	SALA 208	SALA 201	SALA 208	SALA 705	SALA 206	SALA 207	SALA 705
	Laboratório Atendimento	Filmes-V.T.	Laboratório Atendimento	Testes	Laboratório Atendimento	Filmes-V.T.	Testes
7:30 às 9:30 (turma A)	Professor <sub>1</sub> Monitor <sub>2</sub> Monitor <sub>3</sub>	Monitor <sub>1</sub>	Professor <sub>1</sub> Monitor <sub>1</sub>	Professor <sub>3</sub> Monitor <sub>2</sub> Monitor <sub>3</sub>	Professor <sub>1</sub> Monitor <sub>1</sub>	Monitor <sub>2</sub>	Professor <sub>1</sub> Monitor <sub>3</sub>
10:30 às 12:30 (turma B)	Professor <sub>2</sub> Monitor <sub>2</sub> Monitor <sub>3</sub>	Monitor <sub>1</sub>	Professor <sub>2</sub> Monitor <sub>1</sub>	Professor <sub>3</sub> Monitor <sub>2</sub> Monitor <sub>3</sub>	Professor <sub>2</sub> Monitor <sub>1</sub>	Monitor <sub>2</sub>	Professor <sub>3</sub> Monitor <sub>3</sub>
13:30 às 15:30 (turma C)	Professor <sub>3</sub> Monitor <sub>4</sub>	Monitor <sub>3</sub>	Monitor <sub>3</sub>	Professor <sub>3</sub> Monitor <sub>4</sub>	Monitor <sub>4</sub>	Auxiliar de Monitor	Professor <sub>3</sub> Monitor <sub>3</sub>
16:30 às 18:30 (turma D)	Professor <sub>4</sub> Monitor <sub>4</sub>	Monitor <sub>3</sub>	Professor <sub>4</sub> Monitor <sub>3</sub>	Professor <sub>3</sub> Monitor <sub>4</sub>	Professor <sub>4</sub>	Monitor <sub>3</sub>	Professor <sub>3</sub> Monitor <sub>4</sub>

QUADRO 3: Distribuição da Equipe de Trabalho na SE

acertos por teste para seguir adiante<sup>(14)</sup>, tal que, alcançados os 80% num módulo, recebia o material do módulo seguinte.

Alguns alunos, nas últimas semanas da SE, quando muitos já haviam completado todos os módulos, por estudarem no material dos colegas mais avançados, conseguiram então vencer dois módulos por dia.

Encerrado o estudo dos módulos, foi apresentado aos alunos o pós-teste objetivo, ou seja, as mesmas 45 últimas questões do teste inicial (Anexo 3), também com caráter de exame, pelas razões já justificadas, com a folha de rosto do Anexo 13.

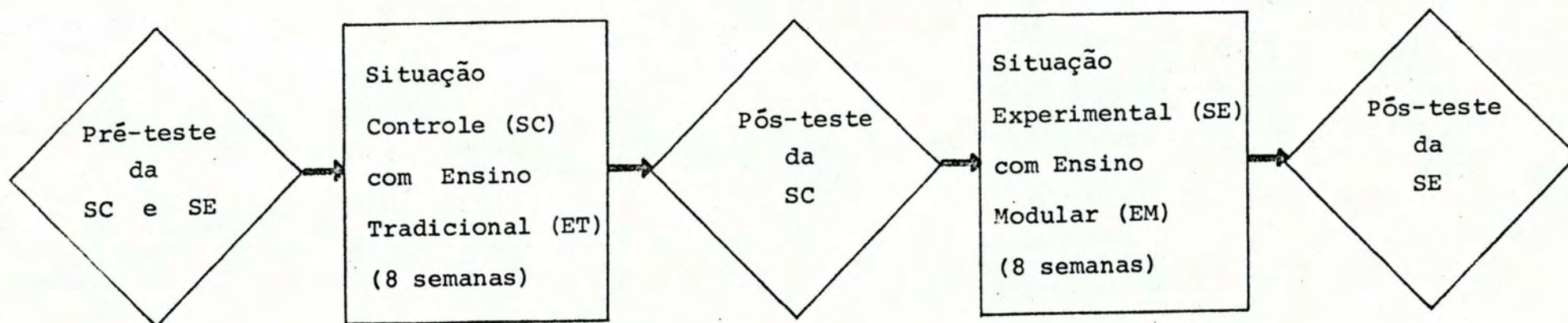
No dia do pós-teste da SE foram também apresentados os mesmos dois questionários de opinião -  $Q_I$  e  $Q_{II}$  - da situação controle.

A Figura 3 dá uma visão global do experimento e seu "design" e o Quadro 4 oferece uma comparação entre os ensinos das situações controle e experimental, seguindo os moldes do Quadro 2.

---

(14) Alguns alunos não conseguiram os 80% de acertos em alguns módulos após a terceira tentativa. Seguiram adiante, recuperando-se em outros módulos.

FIGURA 3: Visão Global do Experimento e Seu Design



QUADRO 4 - Confronto entre os Ensinos da SC e da SE

Referencial Teórico	Ensino Tradicional (ET) da SC	Ensino Modular (EM) da SE
1. Definição dos objetivos educacionais	Objetivos educacionais (gerais) explícitos	Objetivos Educacionais (gerais) explícitos
2. Seleção e organização do conteúdo em unidades.	Três unidades longas	Duas unidades fracionadas em 8 módulos curtos
3. Definição dos objetivos específicos de ensino.	Lista de objetivos por unidade.	Lista de objetivos por módulo.
4. Seleção dos recursos de ensino.	Aulas expositivas apresentadas por um professor para cada turma.	Estudo individual pelo aluno, através de textos auto-instrutivos e outros recursos sugeridos num guia.
5. Avaliação	Avaliação por unidade, em dia único para todos os alunos, sem visar especificamente competência.	Avaliação por módulo, em dia selecionado pelo aluno, visando especificamente competência.
6. "Feedback "	"Feedback" retardado sem reforço, durante a aprendizagem e nos testes.	"Feedback" imediato, durante a aprendizagem e nos testes.
7. Comportamento fundamental do Professor	Professor expositor	Professor organizador e orientador da aprendizagem.
8. Comportamento fundamental do aluno.	Aluno passivo	Aluno ativo

### 3. RESULTADOS

Concluída a etapa experimental de ensino, procedeu-se à análise dos escores obtidos pelos alunos nas duas situações, SC e SE, na expectativa de que:

- 1) Os alunos tenham aprendido mais na situação de EM do que na de ET, independente do curso, sexo ou turma de matrícula;
- 2) Comparando os ganhos em aprendizagem para uma mesma situação, entre alunos de diferentes turmas, não tenha havido diferença significativa em ganho na SE, que é independente do estilo do professor, mas tenha havido diferença significativa em ganho na SC, que é dependente do estilo de ensino do professor.

Os resultados médios dos escores obtidos nos Pré- e Pós Testes das duas etapas de ensino, bem como os ganhos em aprendizagem -  $\Delta$  (Pós-Pré) - em cada situação - SC e SE - encontram-se nas Tabelas 4 a 13, com os respectivos desvios padrão, teste-t calculado<sup>(15)</sup> e sua significância verificada ao nível de 0,05. Esses resultados foram calculados normalizando-se para 100 os escores máximos dos testes da SC (55 questões) e dos testes da SE (45 questões).

Observando os resultados das Tabelas 4 a 8, pode-se concluir que:

Os alunos, ao entrarem no curso de FIS 101, conheciam ou lembravam mais os conteúdos da SC que os da SE, sendo a diferença entre os respectivos pré-testes significativa em todos os casos, ex

---

(15) No Anexo 14 encontram-se as fórmulas do teste-t usado para testar a significância dos resultados, conforme (Minium, 1970, cap.16). Foi usada uma expressão de "t" para médias correlacionadas (quando se comparavam os mesmos alunos, entre si) e outra expressão para médias não correlacionadas (quando se comparavam alunos diferentes entre si). O Anexo 15 apresenta o programa de computador usado para achar as médias, os desvios padrão e os valores de t.



TABELA 4 - Resultados Gerais

	SC (ET)	SE (EM)	t	Signif. a 0,05
Pós	64,90 <sup>±</sup> 9,98	70,14 <sup>±</sup> 11,73	-5,27	S
Pré	47,66 <sup>±</sup> 14,85	41,81 <sup>±</sup> 15,27	4,59	S
$\Delta$ (Pós-Pré)	17,24 <sup>±</sup> 11,16	28,33 <sup>±</sup> 14,40	-8,55	S

N = 126; gl = 250

TABELA 5 - Resultados do Curso Farmácia

	SC (ET)	SE (EM)	t	Signif. a 0,05
Pós	62,62 <sup>±</sup> 8,67	69,29 <sup>±</sup> 10,23	-4,64	S
Pré	44,26 <sup>±</sup> 10,48	43,38 <sup>±</sup> 12,63	0,57	NS
$\Delta$ (Pós-Pré)	18,36 <sup>±</sup> 8,77	25,91 <sup>±</sup> 13,75	4,80	S

N<sub>FAR</sub> = 66; gl = 130

TABELA 6 - Resultados do Curso Arquitetura

	SC (ET)	SE (EM)	t	Signif. a 0,05
Pós	70,27 <sup>±</sup> 10,50	75,32 <sup>±</sup> 11,93	-3,99	S
Pré	54,78 <sup>±</sup> 17,94	46,15 <sup>±</sup> 17,44	4,44	S
$\Delta$ (Pós-Pré)	15,49 <sup>±</sup> 13,78	29,17 <sup>±</sup> 15,20	6,00	S

N<sub>ARQ</sub> = 41; gl = 80

TABELA 7 - Resultados do Sexo Masculino

	SC (ET)	SE (EM)	t	Signif. a 0,05
Pós	67,05 <sup>±</sup> 10,05	70,41 <sup>±</sup> 11,99	-1,74	NS
Pré	50,95 <sup>±</sup> 16,13	40,57 <sup>±</sup> 15,48	3,99	S
$\Delta$ (Pós-Pré)	16,10 <sup>±</sup> 12,99	29,84 <sup>±</sup> 12,07	-5,83	S

N<sub>M</sub> = 37; gl = 102

TABELA 8 - Resultados do Sexo Feminino

	SC (ET)	SE (EM)	t	Signif. a 0,05
Pós	64,13 <sup>±</sup> 9,88	70,04 <sup>±</sup> 11,61	-5,22	S
Pré	46,29 <sup>±</sup> 14,05	42,33 <sup>±</sup> 15,15	2,82	S
$\Delta$ (Pós-Pré)	17,84 <sup>±</sup> 10,26	27,71 <sup>±</sup> 15,18	6,55	S

$N_F = 89$ ;  $gl = 176$

TABELA 9 - Comparação entre cursos

	Médias Arquitetura	Médias Farmácia	t	Signif. a 0,05
Pré <sub>SC</sub>	54,78 <sup>±</sup> 17,94	44,26 <sup>±</sup> 10,48	3,30	S
Pré <sub>SE</sub>	46,15 <sup>±</sup> 17,44	43,38 <sup>±</sup> 12,63	0,87	NS
Pós <sub>SC</sub>	70,27 <sup>±</sup> 10,50	62,62 <sup>±</sup> 8,67	3,86	S
Pós <sub>SE</sub>	75,32 <sup>±</sup> 11,93	69,29 <sup>±</sup> 10,23	2,67	S
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SC</sub>	15,49 <sup>±</sup> 13,78	18,36 <sup>±</sup> 8,77	-0,90	NS
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SE</sub>	29,17 <sup>±</sup> 15,20	25,91 <sup>±</sup> 13,75	0,90	NS

$N_{ARQ} = 41$ ;  $N_{FAR} = 66$ ;  $gl = 105$

TABELA 10 - Comparação entre sexos

	Médias sexo Masc.	Médias sexo Fem.	t	Signif. a 0,05
Pré <sub>SC</sub>	50,95 <sup>±</sup> 16,13	46,29 <sup>±</sup> 14,05	1,51	NS
Pré <sub>SE</sub>	40,57 <sup>±</sup> 15,48	42,33 <sup>±</sup> 15,15	-0,58	NS
Pós <sub>SC</sub>	67,05 <sup>±</sup> 10,05	64,13 <sup>±</sup> 9,88	1,47	NS
Pós <sub>SE</sub>	70,41 <sup>±</sup> 11,99	70,04 <sup>±</sup> 11,61	0,15	NS
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SC</sub>	16,10 <sup>±</sup> 12,96	17,84 <sup>±</sup> 10,26	-0,71	NS
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SE</sub>	29,84 <sup>±</sup> 12,07	27,71 <sup>±</sup> 15,18	0,83	NS

$N_M = 37$ ;  $N_F = 89$ ;  $gl = 124$

TABELA 11 - Comparação entre as turmas A e D de Farmácia

	Médias Turma A	Médias Turma D	t	Signif. a 0,05
Pré <sub>SC</sub>	46,13 <sup>±</sup> 9,33	41,24 <sup>±</sup> 11,06	1,72	NS
Pré <sub>SE</sub>	45,78 <sup>±</sup> 11,82	36,19 <sup>±</sup> 11,58	3,05	S
Pós <sub>SC</sub>	61,53 <sup>±</sup> 8,06	64,86 <sup>±</sup> 9,55	-1,35	NS
Pós <sub>SE</sub>	69,02 <sup>±</sup> 9,9	69,86 <sup>±</sup> 10,70	-0,29	NS
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SC</sub>	15,40 <sup>±</sup> 7,3	23,62 <sup>±</sup> 9,10	-3,47	S
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SE</sub>	23,24 <sup>±</sup> 12,57	33,67 <sup>±</sup> 13,49	-2,9	S

$N_A = 45; N_D = 21; gl = 64$

TABELA 12 - Comparação entre turmas: A - Farmácia e B - Arquitetura

	Médias Turma A (FAR)	Médias Turma B (ARQ)	t	Signif. a 0,05
Pré <sub>SC</sub>	46,13 <sup>±</sup> 9,33	56,56 <sup>±</sup> 17,10	-3,2	S
Pré <sub>SE</sub>	45,78 <sup>±</sup> 11,82	47,86 <sup>±</sup> 17,38	-0,6	NS
Pós <sub>SC</sub>	61,53 <sup>±</sup> 8,06	71,69 <sup>±</sup> 9,16	-5,16	S
Pós <sub>SE</sub>	69,02 <sup>±</sup> 9,9	75,86 <sup>±</sup> 10,9	-2,87	S
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SC</sub>	15,40 <sup>±</sup> 7,3	15,13 <sup>±</sup> 13,19	0,10	NS
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SE</sub>	23,24 <sup>±</sup> 12,57	28,00 <sup>±</sup> 15,28	-1,48	NS

$N_A = 45; N_B = 36; gl = 79$

TABELA 13 - Comparação entre turmas: D - Farmácia e B - Arquitetura

	Médias Turma D (FAR)	Médias Turma B (ARQ)	t	Signif. a 0,05
Pré <sub>SC</sub>	41,24 <sup>±</sup> 11,06	56,56 <sup>±</sup> 17,10	-4,02	S
Pré <sub>SE</sub>	36,19 <sup>±</sup> 11,58	47,86 <sup>±</sup> 17,38	-2,97	S
Pós <sub>SC</sub>	64,86 <sup>±</sup> 9,55	71,69 <sup>±</sup> 9,16	-2,59	S
Pós <sub>SE</sub>	69,86 <sup>±</sup> 10,7	75,86 <sup>±</sup> 10,9	-1,99	NS
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SC</sub>	23,62 <sup>±</sup> 9,1	15,13 <sup>±</sup> 13,19	2,74	S
$\Delta$ (Pós-Pré) <sub>SE</sub>	33,67 <sup>±</sup> 13,49	28,00 <sup>±</sup> 15,28	1,42	NS

$N_D = 21; N_B = 36; gl = 55$

ceto no caso dos alunos do curso de Farmácia, em que a média  $Pr\acute{e}_{SC} > Pr\acute{e}_{SE}$ , mas não de modo significativo, conforme acusa o resultado do teste-t. (Vide Tabela 5)

Ao finalizar o curso de física, os alunos obtiveram, de modo geral, média significativamente mais alta nos conteúdos da SE do que nos da SC, a não ser no caso dos alunos do sexo masculino para quem a média  $P\acute{o}s_{SE} > P\acute{o}s_{SC}$ , mas não de modo significativo, conforme o resultado do teste-t. (Vide Tabela 7)

O ganho em aprendizagem foi significativamente maior na SE do que na SC, analisados os resultados tanto do ponto de vista geral, como considerando as variáveis sexo e curso.

Observando os resultados da Tabela 9 pode-se concluir que:

Ao entrarem no curso de FIS 101, os alunos de Arquitetura conheciam ou lembravam os conteúdos da SC significativamente melhor do que os alunos de Farmácia. Porém, quanto aos conteúdos da SE, ainda que a diferença seja a favor dos alunos de Arquitetura, não chega a ser significativa, conforme o teste-t.

Ao concluírem os estudos da SC e SE, os alunos da Arquitetura obtiveram médias significativamente maiores do que os alunos de Farmácia.

No que diz respeito aos ganhos de aprendizagem, os alunos de Farmácia aprenderam mais na SC e os alunos de Arquitetura aprenderam mais na SE, embora as diferenças não tenham sido significativas.

Observando os resultados da Tabela 10, ao se compararem as diferenças médias obtidas pelos alunos do sexo masculino e feminino, embora não se tenham obtido diferenças significativas entre essas médias, pode-se dizer que:

Os alunos de sexo masculino no início do semestre sabiam mais os conteúdos da SC do que os alunos do sexo feminino, os quais, por sua vez, sabiam os conteúdos da SE mais do que os alunos do sexo masculino.

Ao concluírem o curso, a média dos alunos masculino na SC foi maior do que a média dos alunos femininos. Porém, na SE, suas médias foram praticamente as mesmas.

Analisando o ganho em aprendizagem em cada situação de ensino, os alunos masculinos foram ligeiramente inferiores aos alunos femininos na SC, mas ligeiramente superiores na SE.

Comparando-se as médias dos alunos de Farmácia de duas turmas distintas, A e D (Tabela 11) verifica-se que:

Os alunos da turma A (Farmácia, manhã) eram superiores aos alunos da turma D (Farmácia, tarde), significativamente no  $Pré_{SE}$  e não significativamente no  $Pré_{SC}$ .

Embora os alunos da turma A fossem superiores aos alunos da turma D, no início do curso, ao final ficaram inferiores aos alunos da D, ainda que a diferença não tenha sido significativa.

Quanto aos ganhos de aprendizagem, a turma D foi superior à A de modo significativo nas duas situações de ensino.

Comparando-se as médias dos alunos de Farmácia das turmas A e D com os alunos de Arquitetura da turma B, tabelas 12 e 13, verifica-se que:

Os alunos da turma B - de Arquitetura - apresentaram melhor índice de conhecimento ao entrarem no curso, tendo em vista a comparação entre os pré-testes, com diferença não significativa apenas no  $Pré_{SE}$ , quando comparados com os alunos da turma A de Farmácia.

Quanto aos pós-testes, os alunos da turma B apresentaram

melhor desempenho do que os alunos das turmas A e D, embora não significativamente no Pós<sub>SE</sub>, quando comparados com os alunos da turma D.

Quanto ao ganho ( $\Delta$ ) na aprendizagem na SC, os alunos da turma B (Arquitetura) aprenderam praticamente tanto quanto os alunos da turma A (Farmácia), mas menos que os alunos da turma D (Farmácia), sendo significativa esta última diferença.

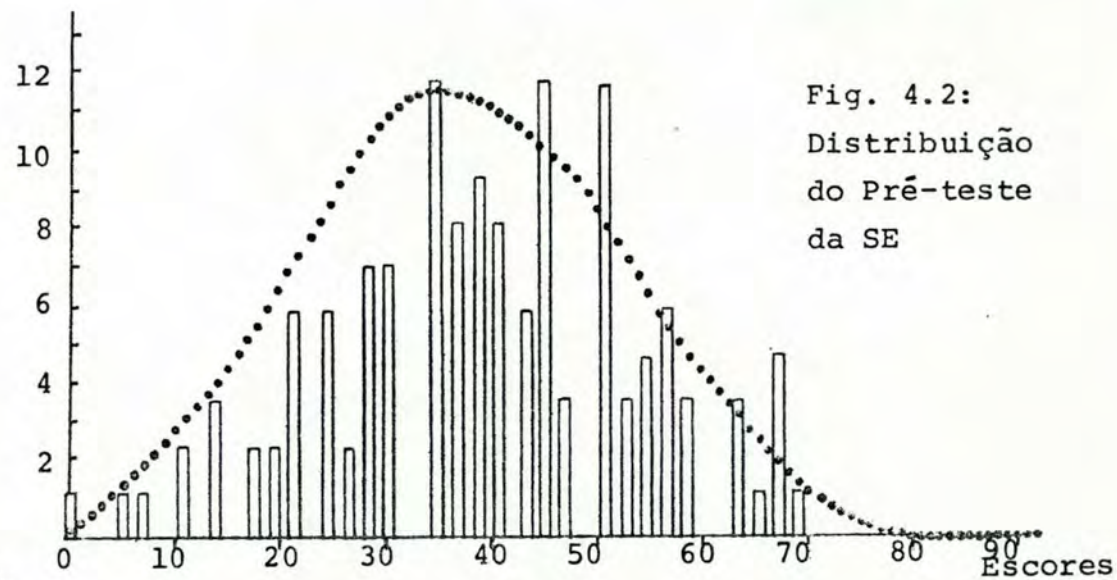
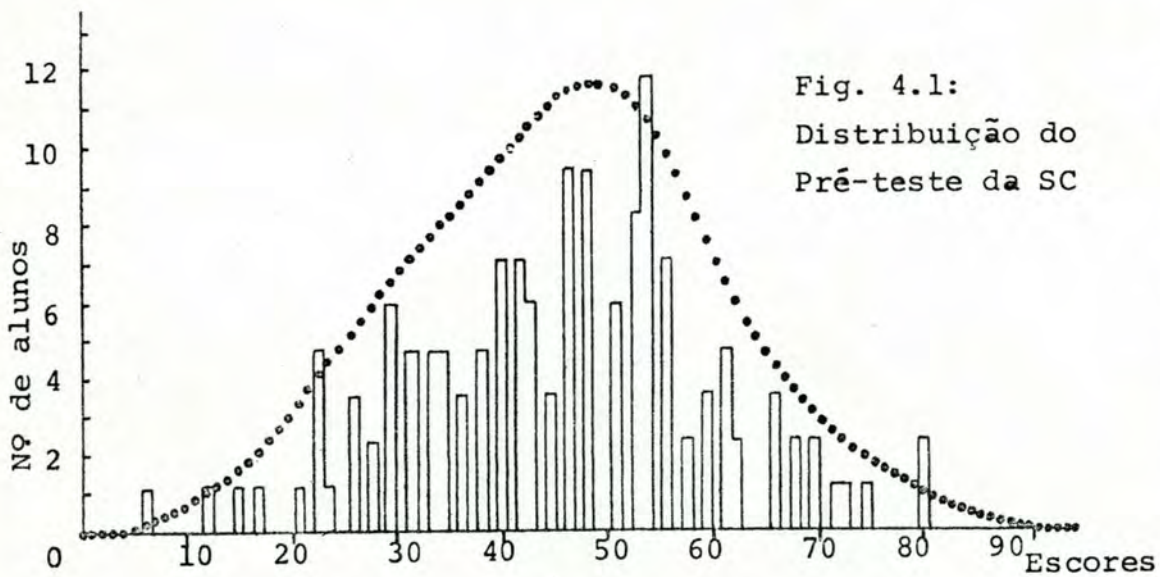
No que diz respeito ao ganho ( $\Delta$ ) na aprendizagem na SE, os alunos da turma B foram ligeiramente melhores do que os da turma A e ligeiramente inferiores aos alunos da turma D, que foi a turma que apresentou maior ganho nesta fase de ensino.

A Figura 4 apresenta de modo independente a distribuição em histograma dos escores nos Pré-testes e Pós-testes da SC e SE para toda a amostra de 126 alunos, com as respectivas curvas normais sobrepostas. A Figura 5 apresenta as quatro curvas normais sobrepostas para termos de comparação entre as mesmas, ficando evidente que embora a média do Pré<sub>SC</sub> tenha sido maior que a do Pré<sub>SE</sub>, no final, a média do Pós<sub>SE</sub> foi maior que a do Pós<sub>SC</sub>. Essas curvas foram obtidas por computador, pelo processo de alisamento ("smoothing") dos histogramas.

As fichas individuais dos alunos (Anexos 4 e 5) permitiram fazer um levantamento geral do ritmo em que os alunos concluíram os módulos, bem como quais os módulos que foram mais vezes repetidos.

A Tabela 14 informa quantos alunos concluíram os módulos entre 4/6 e 30/6 ou seja entre a quarta e a oitava semana da SE. Segundo esta tabela:

- o primeiro aluno a concluir os módulos foi uma aluna da Farmácia, no dia 4/6 (exatamente após 4 semanas de estudo na SE);
- cerca de 93% dos 126 alunos concluíram o estudo de todos os módulos;



FIGURAS-4: Distribuição Gráfica (Independente) dos Escores dos Pré e Pós-testes DA SC e SE

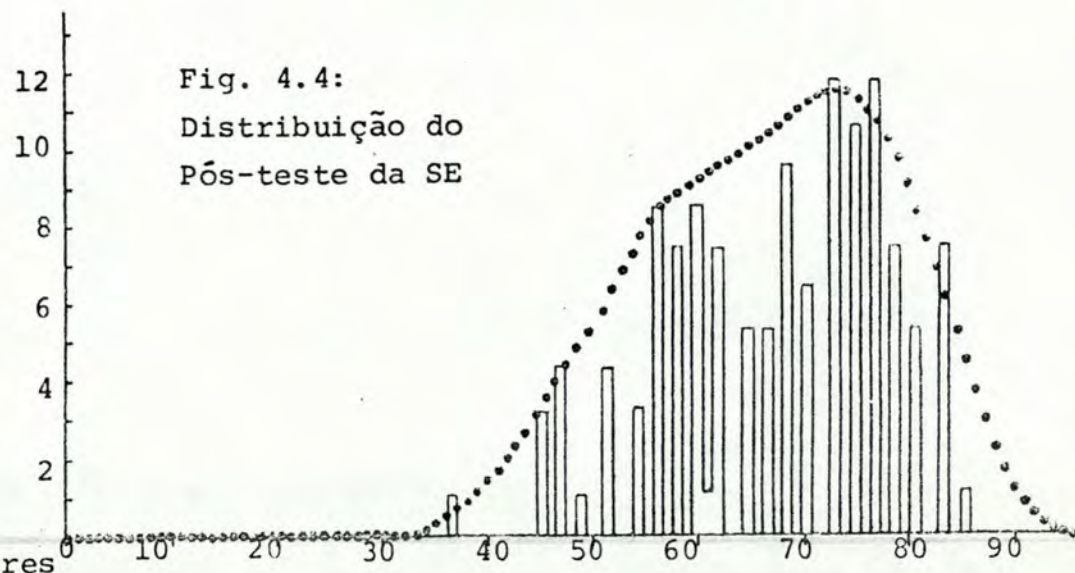
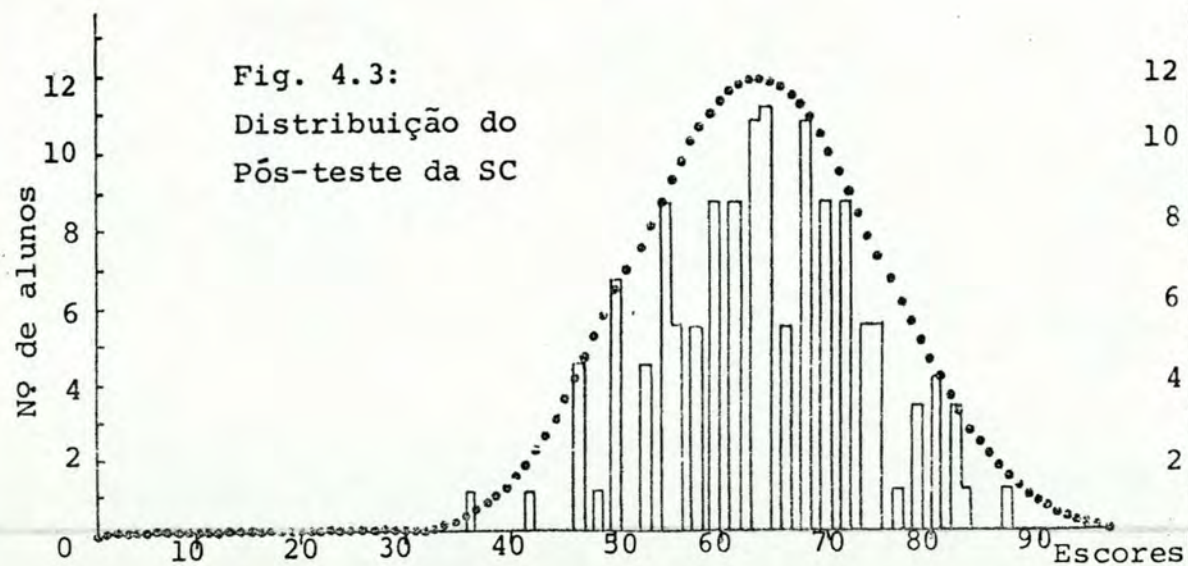


FIGURA 5: Distribuição Gráfica Comparativa das Curvas normais dos Escores dos Pré e Pós-testes da SC e SE

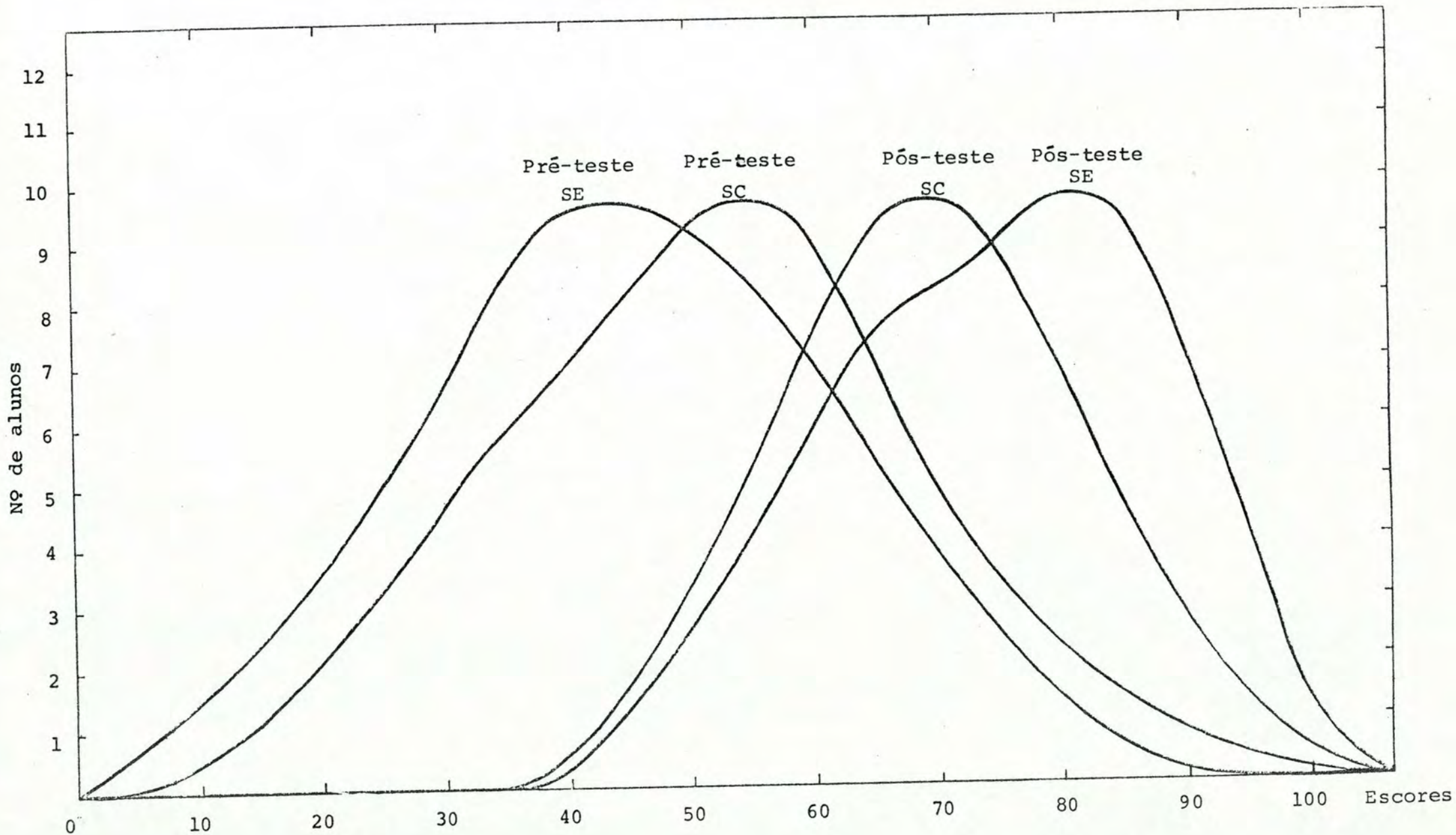




TABELA 14: Ritmo de Término dos Módulos

Semanas completas da SE	Dia do término dos 8 módulos	Alunos; Geral (N = 126)		Alunos de FAR (N = 66)		Alunos de ARQ (N = 41)		Alunos de sexo masc. N=37)		Alunos de sexo fem. (N=89)	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
4	4/6	1	0,8	1	1,5	-	0,0	-	0,0	1	1,1
	6/6	5	4	3	4,6	2	4,9	-	0,0	5	5,6
5	11/6	13	10,3	13	19,7	-	0,0	1	2,7	12	13,5
	13/6	22	17,5	15	22,7	6	14,6	3	8,1	19	21,3
6	18/6	23	18,3	9	13,6	13	31,7	5	13,5	18	20,2
	20/6	15	11,9	8	12,1	6	14,6	4	10,8	11	12,4
7	23/6	5	4	2	3	2	4,9	4	10,8	1	1,1
	25/6	18	14,3	7	10,6	7	17,1	9	24,3	9	10,1
8	30/6	15	11,9	4	6,1	2	4,9	8	21,7	7	7,9
	TOTAL	117	93,0	62	93,9	38	92,7	34	91,9	83	93,2
	Não completaram os 8 módulos.	9	7	4	6,1	3	7,3 (destes, 2 alunos foram reprovados)	3	8,1	6	6,8 (Destes, 3 alunos foram reprovados)

- apenas cerca de 7,0% dos alunos não concluíram o estudo dos módulos (não concluíram o oitavo módulo);
- em média, cerca de 50% dos alunos terminaram os módulos até 18/6 (em 6 semanas de SE), sendo que a maioria destes eram alunos do curso de Farmácia e do sexo feminino.

Transpondo para gráfico os dados da Tabela 14, obtiveram-se os gráficos das Figuras 6 e 7, que mostram o ritmo com que os alunos concluíram os módulos da SE, em geral, por cursos e por sexo.

Como se vê nos gráficos das Figuras 6 e 7, os alunos mais rápidos foram os alunos de Farmácia, do sexo feminino (os mais lentos no estudo dos módulos foram os alunos de cursos não avaliados em especial, como Geografia, Bio-Ciências e outros).

As Tabelas 15 e 16 fornecem informações quanto ao número de vezes que os módulos foram repetidos, em geral, por curso e por sexo.

Analisando em conjunto os resultados destas tabelas, verifica-se que os primeiros módulos ofereceram maior dificuldade, visto os alunos de um modo geral terem-no repetido mais vezes que os demais. Alguns alunos não repetiram módulo algum. Foram 30 no total (cerca de 24%), dos quais 20 alunos do sexo feminino (cerca de 16%), sendo destes 20, 15 do curso de Farmácia (12%) e 5 do curso de Arquitetura (4%).

Em termos de reprovação final, 3 alunos dos 126 - cerca de 2% - foram reprovados, sendo os três do sexo feminino - 2 alunas do curso de Arquitetura e uma do curso de Geografia.

A análise do verso da ficha individual dos alunos (Anexo 5), preenchida pelo próprio aluno na presença do professor, conduz

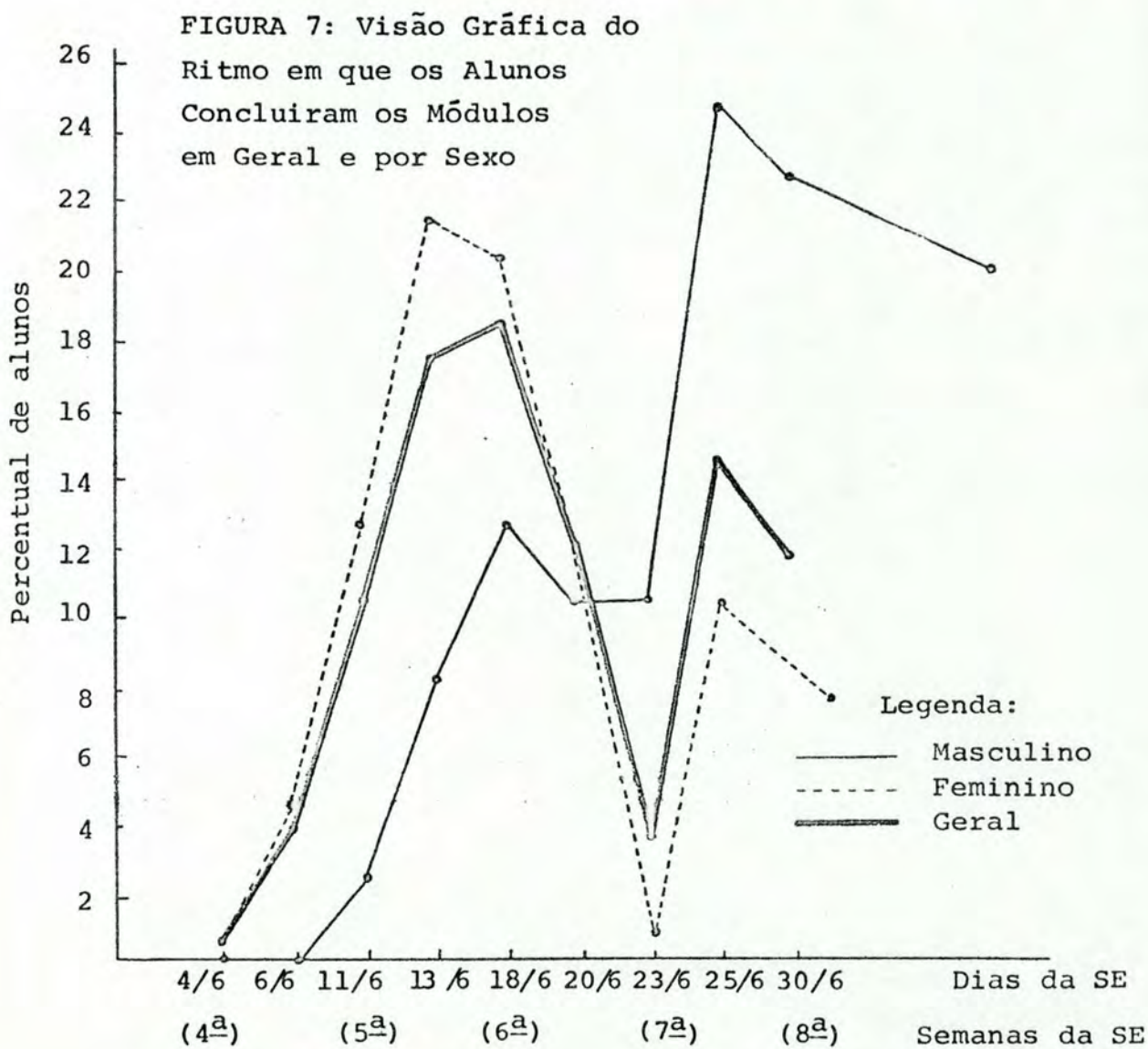
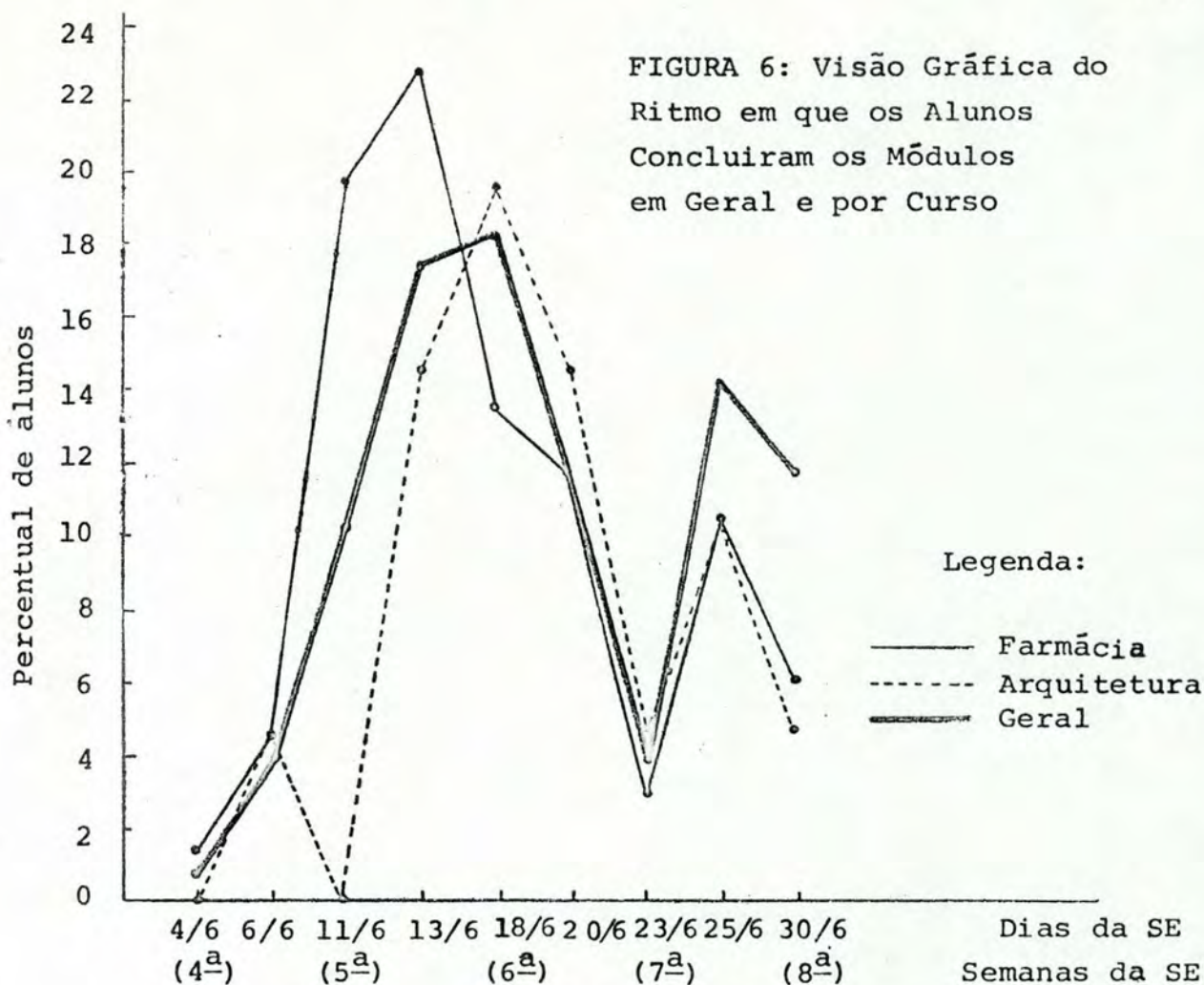


TABELA 15 - Frequência de Alunos que Repetiram um Módulo Duas Vezes

MÓDULO	Geral (N = 126)		Sexo F (N = 89)		Sexo M (N = 37)		Curso FAR (N = 66)		Curso ARQ (N = 41)	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	53	42,1	39	44,0	14	37,8	29	44,0	12	29,3
2	28	22,2	19	21,4	9	24,3	14	21,2	11	26,8
3	23	18,3	18	20,2	5	13,5	9	13,6	12	29,3
4	23	18,3	12	13,5	11	29,7	11	16,7	7	17,1
5	18	14,3	9	10,1	9	24,3	11	16,7	5	12,2
6	17	13,5	12	13,5	5	13,5	4	6,1	9	22,0
7	15	12,0	10	11,3	5	13,5	7	10,6	3	7,3
8	8	6,4	4	4,5	4	10,8	4	6,1	1	2,5

TABELA 16 - Frequência de Alunos que Repetiram um Módulo Três Vezes

MÓDULO	Geral (N = 126)		Sexo F (N = 89)		Sexo M (N = 37)		Curso FAR (N = 66)		Curso ARQ (N = 41)	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	19	15,1	9	10,1	10	27,0	9	13,7	4	9,8
2	1	0,8	1	1,1	-	-	-	-	-	-
3	4	3,1	1	1,1	3	8,1	2	3,0	-	-
4	2	1,6	2	2,3	-	-	-	-	2	4,9
5	4	3,1	2	2,3	2	5,4	-	-	1	2,5
6	2	1,6	1	1,1	1	2,7	1	1,5	-	-
7	1	0,8	1	1,1	-	-	-	-	-	-
8	1	0,8	-	-	1	2,7	1	1,5	-	-

aos seguintes informes:

- 1) Todos estudaram os textos auto-instrutivos dos módulos.
- 2) Todos resolveram os exercícios dos textos auto-instrutivos.
- 3) 95% dos alunos estudaram em outros textos, principalmente nos textos de cursinhos pré-vestibulares e no texto de Máximo e Alvarenga<sup>(16)</sup>.
- 4) 5% dos alunos leram os artigos recomendados que estavam à disposição na sala de estudos.
- 5) 60% assistiram filmes, loops e V.T. dos módulos 1 e 2.
- 6) 30% assistiram filmes, loops e V.T. dos módulos 3 e 4.
- 7) 15% assistiram filmes, loops e V.T. dos módulos 5 e 6.
- 8) 10% assistiram filmes e loops do módulo 7.
- 9) 10% assistiram filmes, loops e V.T. do módulo 8.
- 10) 95% fizeram a experiência do módulo 2.
- 11) 95% fizeram a experiência do módulo 6.
- 12) 95% entregaram o trabalho escrito.

Como se observa, de modo geral, à medida que os alunos iam avançando nos módulos, iam reduzindo as visitas às salas de atividades e atendimento.

No que diz respeito aos questionários de opinião - Q<sub>I</sub> e Q<sub>II</sub>, (Anexos 7 e 8) - como já foi comentado na seção 2.2.1, eles

---

(16) O texto de Maximo & Alvarenga (1975) bem como o de Halliday & Resnick (1966), estiveram à disposição dos alunos na sala de estudos.

mostraram-se imprecisos para a finalidade para a qual foram elaborados. No entanto, computaram-se os valores totais das respostas<sup>(17)</sup> dos alunos para cada aplicação dos questionários, tendo-se efetuado para o  $Q_I$  as seguintes diferenças por aluno: 1)  $Q_{I_2} - Q_{I_1}$ ; (diferença entre pontos totais do  $Q_I$  aplicado após a SC e pontos do  $Q_I$  aplicado antes da SC); 2)  $Q_{I_3} - Q_{I_2}$ ; (diferença entre pontos totais do  $Q_I$  aplicado após a SE e pontos do  $Q_I$  aplicado após a SC); 3)  $Q_{I_3} - Q_{I_1}$ ; (diferença entre pontos totais do  $Q_I$  aplicado após a SE e pontos do  $Q_I$  aplicado antes da SC).

Somando-se a seguir as diferenças de todos os alunos, obtiveram-se os seguintes resultados:

$$\sum_{N=126} (Q_{I_2} - Q_{I_1}) = -80 \quad (1)$$

$$\sum_{N=126} (Q_{I_3} - Q_{I_2}) = +59 \quad (2)$$

$$\sum_{N=126} (Q_{I_3} - Q_{I_1}) = -9 \quad (3)$$

Estes resultados evidenciam uma tendência de opinião negativa ao ensino ET da etapa controle (resultado (1)) e uma tendência de opinião positiva ao ensino EM da etapa experimental (resultado (2)). No entanto, comparando os resultados finais

---

(17) Cada questão apresenta cinco alternativas de resposta: CF, C, SO, D e DF, que recebem valores 5, 4, 3, 2 e 1 se uma questão é favorável ao curso, e 1, 2, 3, 4 e 5 se é desfavorável ao curso. Como  $Q_I$  foi aplicado três vezes - antes da SC, após SC e após SE - avaliaram-se as diferenças  $(Q_{I_2} - Q_{I_1})$  e  $(Q_{I_3} - Q_{I_1})$  por questão para cada aluno. O questionário  $Q_{II}$  foi aplicado duas vezes, após a SC e após a SE.

( $Q_{I_3}$ ) com os resultados iniciais ( $Q_{I_1}$ ), há uma tendência de opinião negativa em relação a FIS 101, frente à expectativa inicial do aluno, ainda que o resultado (3) seja menos negativo do que o resultado (1).

Quanto ao questionário ( $Q_{II}$ ), as respostas dos alunos apresentaram-se em percentagem, conforme a Tabela 17.

TABELA 17 - Respostas ao Questionário  $Q_{II}$  na SC e SE.

Alternativa	$Q_{II_2}$ (após SE)	$Q_{II_1}$ (após SC)
CF	1%	-
C	37%	-
SO	64%	56%
D	2%	48%
DF	-	-

Os resultados desta tabela indicam que houve uma tendência a favor do ensino modular por parte dos alunos, de modo geral. Devido às falhas técnicas destes questionários, como já se comentou, não foram feitas análises por curso e por sexo, nem aplicados testes de significância a seus resultados.

#### 4. DISCUSSÃO

Uma das tarefas do professor dentro do processo ensino-aprendizagem é examinar métodos e selecionar meios de ensino para incrementar a aprendizagem. Esta foi a finalidade precípua deste estudo desenvolvido na disciplina FIS 101.

Como ponto de partida, foram examinados e destacados os aspectos mais característicos de ensino tradicional - com aulas expositivas - centrado no professor, e de ensino individual centrado no aluno (seções 1.1 e 1.2). A análise destes aspectos, focalizados através de estudos de diferentes autores, bem como as características da disciplina em estudo (seções 1.3 e 1.4) conduziram à proposição de ensino modular.

Estabelecido o referencial teórico (seção 1.2.2), elaborou-se um "design quasi-experimental" para comparar um mesmo grupo de alunos em duas situações sucessivas de ensino - situação de ET e de EM - desenvolvidas em oito semanas cada uma. Seguindo o referencial teórico estabelecido, as características de finitórias do ensino de cada situação apresentaram-se conforme indicou o Quadro 4.

Organizada e desenvolvida a experiência (seções 2.1, 2.2 e 2.3) seus resultados (capítulo 3) mostraram-se significativamente favoráveis ao ensino modular.

Observando os resultados das Tabelas 4 a 10, verifica-se que o ensino modular favoreceu, em média, igualmente a todos em ganho na aprendizagem, confirmando plenamente as hipóteses nº 1, nº 2 e nº 3, ao nível de significância 0,05. Em outras palavras, as características da organização do ensino modular foram responsáveis pelos resultados encontrados, o que vem reforçar uma série de estudos desenvolvidos no âmbito do ensino individualizado.



Observando o Quadro 4, verifica-se a existência de uma característica comum às duas situações de ensino: a explicitação dos objetivos gerais e de ensino. Muitos professores, defensores do ensino tradicional expositivo, acreditam que é suficiente definirem os objetivos específicos de seu curso para os alunos, no sentido de auxiliá-los na aquisição de conhecimento. Certamente eles ajudam, mas não são suficientes, conforme evidenciam os resultados deste trabalho, confirmando Geis e Pascal (1970). Deste modo, os demais fatores característicos do ensino modular, em conjunto, devem ter sido a causa do maior ganho em aprendizagem na SE, apesar de os conteúdos desta situação terem sido diferentes dos da SC, ainda que dependentes.

No que diz respeito aos conteúdos de ensino, para que os alunos os assimilem com eficiência, não basta que sejam escolhidos criteriosamente, como sugere Taba (1962), nem que sejam organizados em seqüências lógicas do mais fácil para o mais difícil, como destaca Ausubel (1968). É preciso que estes conteúdos sejam desdobrados em pequenas unidades, como preconizam organizadores de diferentes formatos de ensino individualizado, por exemplo Geis e Pascal (1970). Além disso, um fator importante ligado aos conteúdos, diz respeito a como eles são apresentados.

Conforme foi destacado no início deste trabalho, na seção 1.1, a apresentação de conteúdos feita apenas através de aulas expositivas não se constitui um meio eficiente para promover a retenção da aprendizagem (Edwards, 1971), devido não só a passividade dos alunos mas também a duração de tais aulas, que é longa demais para manter os alunos atentos, a não ser que o professor seja um ótimo expositor ou os alunos estejam altamente motivados, como assinala Roid (1969). Talvez seja esta uma razão para justificar os resultados das Tabelas 11, 12 e 13, que satisfizeram as hipóteses nº 4 e nº 5, ainda que não plenamente.

Segundo estas hipóteses, o ganho ( $\Delta$ ) de aprendizagem dependeria do estilo do professor de uma turma na SC e independeria deste estilo na SE. Observando as Tabelas 11, 12 e 13, pode-se dizer que na SC os alunos da turma D aprenderam mais do que os alunos das outras turmas. Já os alunos da turma A, comparados com os da turma B, mostraram o mesmo ganho em aprendizagem nesta fase. No que diz respeito aos ganhos na SE, verifica-se que a hipótese nº 5 não foi amplamente satisfeita, visto os alunos da turma D terem apresentado nesta situação um ganho em aprendizagem significativamente maior do que os alunos da turma A (Tabela 11).

Face a tais resultados, é possível sugerir que o ensino baseado apenas em aulas expositivas não é um meio adequado para todos, na aquisição de um maior ganho na aprendizagem, visto favorecer a uma minoria (16% no caso, representada pelos 21 alunos da turma D), uma vez que depende do estilo do professor e da motivação dos alunos, além de propiciar a participação passiva dos alunos.

Os textos auto-instrutivos dos módulos podem ser apontados como um veículo importante na transmissão ativa de conhecimentos na SE, posto que foram usados por todos os alunos. A característica importante destes textos é o fato de apresentarem uma página de noções, uma de exercícios e uma outra página de auto-correção, a qual fornece o "feedback" imediato ao aluno, no momento da aprendizagem, fazendo com que ele prossiga sabendo em que condições está. A vantagem de textos auto-instrutivos é defendida por muitos autores como Geis e Pascal (1970), Geis e Chapman (1973) e comprovados por trabalhos como o de Sullivan, Schutz e Baker (1971).

Mas, não só durante a aprendizagem do ensino modular foi apresentado "feedback" aos alunos. Ele esteve presente ao

longo dos testes dos módulos, após a aprendizagem, pois tão logo um aluno devolvia o caderno de respostas de um teste, o professor ou monitor corrigia suas respostas, discutindo-as com esse aluno. Durante a entrevista, o aluno era solicitado, a defender respostas certas - para evitar memorização ou "rote learning", conforme aponta Ausubel (1968), pois se tal ocorresse deveria reestudar o módulo e apresentar-se para novo teste - e a reformular respostas erradas, caso demonstrasse ter condições de fazê-lo, sem reestudar o módulo.

Tal abordagem não se verifica no ensino tradicional, onde o "feedback" é retardado de uma ou mais semanas, tempo que leva o professor para corrigir os testes de todos os alunos. Assim, quando um aluno recebe a correção do seu teste - marcado muitas vezes apenas com certo ou errado - o professor já está dissertando sobre novos conteúdos, em geral dependentes dos do teste. Se o aluno saiu-se bem nos testes, acompanha bem as aulas, caso contrário, não terá condição de compreender e assimilar convenientemente os novos tópicos, saindo-se mal no teste relacionado a estes tópicos.

Sem dúvida, as características marcantes de ensino individualizado - pequenas etapas, "feedback" imediato, ritmo próprio permitido ao aluno e exigência de competência em um teste - concorrem para um maior ganho em aprendizagem. Born e Zlutnick (1972) destacam os resultados de alguns estudos (18) comparati-

---

(18) BORN, D.G., GLEDHILL, S.M. & DAVIS, M.L., Examination Performance in Lecture-Discussion and Personalized Instruction Courses, Journal of Applied Behavioral Analysis, 1972 (sem citação de número).

SHEPPARD, W.C. e MAC DEMOT, H.G., Design and Evaluation of a Programmed Course in Introductory Psychology, Journal of Applied Behavioral Analysis, 1970, 3: 5-11.

vos entre ensino individualizado e ensino tradicional, os quais evidenciam que alunos de ensino personalizado apresentaram uma performance superior em Pós-teste, que alunos de ensino tradicional. Resultados análogos foram encontrados no presente trabalho, quando se compararam os resultados dos Pós-testes das duas situações de ensino para mesmos sujeitos (Tabelas 4, 5, 6 e 8). Segundo os resultados da Tabela 7, pode-se ver, por exemplo, que um mesmo grupo de alunos de Farmácia no mesmo nível médio nos Pré-testes da SC e SE apresentou desempenho significativamente superior no Pós-teste da SE que no da SC.

De modo geral, os trabalhos desenvolvidos em termos de comparação entre ensino tradicional e ensino individualizado têm apresentado resultados favoráveis ao último, mesmo no caso da física (Dionísio e Moreira, 1975), ainda que a abordagem dos mesmos seja diferente da deste trabalho, que apresenta um "design quasi-experimental."

Goldschmid e Goldschmid (1972), finalizam sua revisão relativa ao ensino modular na educação superior, destacando algumas pesquisas, cujos resultados também mostraram-se favoráveis ao ensino personalizado.

Deve-se, ainda, destacar que os comportamentos exigidos do professor e do aluno nesse tipo de ensino sem dúvida favorecem a aprendizagem pois, essencialmente, 1) o professor deixa de ser expositor e passa a ser o orientador e, 2) o aluno abandona seu papel tradicionalmente passivo, passando a desempenhar uma série de atividades dentro do seu ritmo próprio, contando com a orientação do professor, de acordo com Lindvall e Bolvin (1973).

A partir dos resultados deste trabalho, cabe destacar os seguintes aspectos:

- Como se esperava, um mesmo grupo de alunos, de diferentes sexos e cursos, obteve maior ganho em aprendizagem em situação de ensino individualizado, independentemente do sexo ou curso. Este resultado confirmou, por conseguinte, as hipóteses nº 1, nº 2 e nº 3.

- Investigando os resultados dos pré-testes (Tabela 9) nas duas situações de ensino, percebe-se que os alunos de Arquitetura apresentaram melhor nível cognitivo no início do curso, quando comparados aos alunos de Farmácia, embora não tenham apresentado diferença significativa no Pré<sub>SE</sub>. Quanto aos pós-testes os alunos de Arquitetura apresentaram médias significativamente melhores que os de Farmácia ainda que em termos de ganho em aprendizagem a diferença não tenha sido significativa.

- Conforme os dados da Tabela 15, verifica-se que os alunos de Arquitetura foram os que, em média, usaram mais vezes a chance de repetir algum módulo, em comparação com os alunos de Farmácia, como se verifica no que diz respeito aos módulos 2, 3 e 6. Inclusive, somente 5 alunos de Arquitetura não precisaram repetir módulo algum, contra 15 do curso de Farmácia.

- Em geral, o fato de um grupo de alunos pertencer a uma dada turma, proporcionou diferentes ganhos em aprendizagem na SC, embora - conforme Tabela 12 - os alunos da turma A terem obtido um mesmo ganho que os alunos da turma B. Porém, os resultados mostraram-se favoráveis à hipótese nº 5, no sentido que os alunos, na SE, devido às características do ensino EM, não obtiveram ganhos significativamente diferentes, pelo fato de estarem em turmas distintas, embora a comparação entre a turma A e a turma D vá de encontro à tal hipótese.

- Considerando os ganhos da turma D, verifica-se que seus alunos aproveitaram melhor as características do ensino modular, para sanar as deficiências apresentadas no início do curso.

No que diz respeito aos multi-meios auxiliares da aprendizagem, eles não foram bem explorados por uma série de motivos: 1) não existiam em número suficiente; 2) a faixa horária de uso dos mesmos não era ampla nem flexível; 3) os filmes e V.T. algumas vezes não puderam ser apresentados no horário previsto por defeitos técnicos dos projetores.

Finalizando esta discussão, cumpre salientar as vantagens e desvantagens percebidas pelo professor e alunos ao longo da experiência.

Realmente, como se apresentou inicialmente (seção 1.2.3), o ensino modular consumiu um grande tempo para sua preparação. Para cada módulo gastou-se em média cerca de 20 horas para preparar os textos e revisá-los após a impressão; preparar os testes e revisar sua impressão. Além disso, foram gravadas aulas em "vídeo-tape", sem um estúdio adequado, envolvendo muita improvisação por parte do professor. Um V.T. de 30 minutos necessitou muitas vezes, 3 horas de gravação. Por outro lado, durante a execução do ensino modular, o período de aula de uma turma era frequentemente ultrapassado, devido 1) ao grande número de alunos que esperavam receber "feedback" imediato nos testes e, 2) ao número escasso de elementos na equipe de trabalho.

Os alunos, por seu turno, queixaram-se por não poderem usar os multi-meios na hora em que bem entendessem. Também reclamaram sobre o número de testes que tiveram de realizar, embora tivessem concordado que a exigência de competência forçou-os

a estudar e aprender "mesmo sem querer".

De um modo geral, os alunos foram unânimes em afirmar ao professor que este é um sistema de ensino ideal, mas trariam muita complicação para eles se todas as disciplinas que cursavam resolvessem adotá-lo. Para exemplificar, seguem alguns depoimentos de alunos colhidos durante a experiência.

"No início achei que o curso em módulos seria "chato" , mas agora estou gostando, principalmente do sistema de teste (...)"

"Por que será que em outros departamentos não organizam o ensino assim ? A gente aprende muito mais!".

"Eu não queria vir fazer teste hoje, mas resolvi estudar até à 1 hora da manhã. Afinal, eu é que decidi, ninguém me obrigaria a fazê-lo hoje (...)"

Um aspecto que se destacou como apreciado pelos alunos é o fato de terem liberdade para escolher o dia do teste. Alguns, no entanto, reclamaram o critério de competência de 80% de acertos, lembrando que o conceito final da disciplina envolvia apenas 60% de acertos.

De modo geral, a experiência trouxe muita satisfação pessoal, visto ter cooperado para incrementar o ganho em aprendizagem nos alunos e ter aumentado o número final de aprovações em comparação com os semestres anteriores, conforme os quadros comparativos de aprovações nos semestres 1/74 e 1/75 (Anexo 16).

Apesar dos resultados satisfatórios da experiência, é necessário proceder, no entanto, a algumas revisões no ensino modular proposto para FIS 101:

- Deixar evidente em cada módulo, como seus objetivos específicos se relacionam com os objetivos gerais da disciplina.

- Aumentar o número de multi-meios oferecendo-os em faixa horária mais flexível e mais ampla e prescrever atividades especiais para sanar deficiências.
- Aumentar o número de testes por módulo para evitar comunicações entre os alunos, forçando-os a estudar os textos auto-instrutivos ao invés de tentarem memorizar algumas respostas.
- Em vez de trabalho escrito - para relacionar física a disciplinas afins - intercalar aos módulos obrigatórios de conteúdos de física em si - módulos opcionais para as diferentes carreiras, com a possibilidade de os alunos desenvolverem-nos junto aos professores de seus cursos, conforme está previsto na estruturação de ensino modular, como lembram Creager e Murray (1971) . Cabe pesquisar em torno deste aspecto.
- Aumentar o número de monitores auxiliares para facilitar não só no "feedback" aos alunos, mas principalmente durante a fase de aprendizagem, pois estudos como o de Santarosa (1975) demonstram que a presença do professor (ou monitor) é muito importante na fase de estudo, para orientar os alunos sobre como fazer uso dos recursos instrucionais para melhor alcançar os objetivos específicos de ensino.
- Estender o ensino modular à FIS 101 em seu todo.



## 5. CONCLUSÃO

Apesar de os resultados da experiência terem sido satisfatórios, eles não podem ser aceitos como definitivos, pois existe uma série de fatores que não devem ser esquecidos. Assim, caberiam algumas questões como:

- 1) Se a experiência tivesse sido desenvolvida ao longo de todo o semestre, num esquema experimental, com duas amostras emparelhadas - controle e experimental - os resultados seriam favoráveis ao ensino modular ?
- 2) Poderia ter havido interferência de conteúdo na situação SE ?
- 3) Em que medida é possível estender esta experiência para outras populações, uma vez que o ensino lida com variáveis humanas, suscetíveis de uma série de interferências ?
- 4) É o ensino individualizado adequado para ensinar quaisquer tipos de conteúdos e em qualquer nível ou existem conteúdos e níveis de ensino que requerem ensino tradicional ?

Para responder questões como estas, cabe, pois aos professores e educadores avaliarem permanentemente os currículos de ensino, selecionando as experiências de aprendizagem mais adequadas aos indivíduos, de modo a torná-los membros ativos de sua comunidade, atendendo adequadamente suas contínuas demandas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALDRIDGE, Bill G. & FELDKER, Paul, The Open Physics Laboratory  
The Physics Teacher, New York, 1969, 7 (6) : 321-326.
2. ANDERSON, Owen T. & ARTMAN, Robert A., A Self-paced, Independent  
Study, Introductory Physics Sequence - Description and  
Evaluation, American Journal of Physics, New York, 1972,  
40 (12) : 1737-1742.
3. AUSUBEL, David P., Educational Psychology, A Cognitive View,  
New York, Holt, Rinehart and Winston Inc., 1968.
4. BAQUERO, Godeardo, Métodos de Pesquisa Pedagógica, São Paulo,  
Edições Loyola, 1970.
5. BECHTOL, William, The Com Pac: An Instructional Package for  
Competency-Based Teacher Education, Educational Technology,  
Englewood Cliffs, 1972, 12 (9) : 37-41.
6. BEST, John W., Research in Education, Englewood Cliffs, New  
Jersey, Prentice-Hall Inc., 1970.
7. BEZERRA, P.C. & GOMES, L.C., Estudo do Método Keller I: Ex-  
tensão do Método de Keller para um Grande Número de Alunos,  
Revista Brasileira de Física, São Paulo, 1973, 3 (1): 139-  
156.
8. BLAKE, Howard E. & McPHERSON, Ann W., Individualized Instruction  
- Where Are We ? A Guide for Teachers, In: Individualizing  
Instruction, Englewood Cliffs, The Educ. Review Series,  
1973: 9-11.
9. BLOOM, B.S. (Editor) Taxionomia de Objetivos Educacionais:  
1-Domínio Cognitivo, Trad. de Flavia M. Sant'Anna, Porto  
Alegre, Edit. Globo, 1972.
10. BORN, David G. & ZLUTNICK, Steven, Personalized Instruction,  
Educational Technology, Englewood Cliffs, 1972, 12 (9):  
30-34.

11. BRUNER, J.S. O Processo da Educação, Trad. de Lólio L. de Oliveira, São Paulo, Cia. Edit. Nac., 1968.
12. \_\_\_\_\_. Uma Nova Teoria de Aprendizagem, Trad. de Norah Levi Ribeiro, Rio de Janeiro, Ed. Bloch, 1969.
13. BURNS, Richard, Methods for Individualizing Instruction, Educational Technology, Englewood Cliffs, 1971, 11 (6): 55-56.
14. BUTLER, Lucius & INOUE, Kazuo, Media Programmed Learning Systems, The Physics Teacher, New York, 1972, 10 (1): 20-24.
15. CALHOUN, James F. The Relation of Student Characteristics to Performance in a Personalized Course, Educational Technology, Englewood Cliffs, 1975, 15 (4): 16-18.
16. CARDARELLI, Sally M., The LAP - A Feasible Vehicle of Individualization, In: Individualizing Instruction, Englewood Cliffs, The Educ. Review Series, 1973, p. 21-27.
17. CRANE, H.R., Students do not Think Physics is "Relevant". What We Do About It ? American Journal of Physics, New York, 1968, 36 (12): 1137-1143.
18. CREAGER, J.G. & MURRAY, Darrel, L. (Editors) The Advantages and Applications of Modules, In: The Use of Modules in College Biology Teaching, Washington, Commission on Undergraduate Educ. in the Biological Sciences, 1971: 9-13.
19. DALTON, Leonard F., The Single-Page Learning Model, Educational Technology, Englewood Cliffs, 1972, 12 (9): 13-15.
20. DIONÍSIO, P.H. & MOREIRA, M.A., Estudo Comparativo dos Métodos Keller e Tradicional em Termos de Conhecimento Adquirido e Índices de Desistências, Revista Brasileira de Física, São Paulo, 1975, 5 (1): 131-137.

21. DOTRENS, Robert, La Enseñanza Individualizada (trad.)  
Buenos Aires, Edit. Kapelusz, S.A., 1973.
22. DRESSEL, P. & NELSON, Clarence H., Questions and Problems in Science, Princeton, Corp. Test Division, Educ. Testing Service, 1956.
23. DRUMHELLER, Sidney J., Behavioral Objectives as Learning Inhibitors. A Dilemma and a Solution, Educational Technology, Englewood Cliffs, 1974, 14 (10): 17-20.
24. DYCHTENBERG, Anne & GEIS, George L., Modularized Instruction at McGill, Learning and Development, McGill University, Montreal, 1972, 4 (3), 10p.
25. EDWARDS, Reginald, Lectures, Tutorials and Seminars, Learning and Development, McGill University, Montreal, 1971, 3 (2): 1-6.
26. ESCOTET, Miguel A. Estadística Psicoeducativa, Mexico. Edit. Trillas, 1973.
27. FEILD, William B. & SWENSON, Gardner, The UNIPAC: A form and Process for Individualizing, Educational Technology, Englewood Cliffs, 1972, 12 (9): 11-13.
28. FRASE, Larry E., The Concept of Instructional Individualization In: Individualizing Instruction, Englewood Cliffs, The Educational Review Series, 1973, p.12.
29. GEIS, George L. & CHAPMAN, Reuben, Knowledge of Results and Others Possible Reinforcers in Self-Instructional Systems In: Instructional Systems, Englewood Cliffs, The Educational Review Series, 1973: 65-78.
30. \_\_\_\_\_ & PASCAL, Charles E., Consequences of Learning, Learning and Development, McGill University, Montreal, 1970, 2 (2), p.6.

31. GOLDSCHMID, Marcel, Improving the Learning Environment at University, Publicado no McGill Reporter, McGill University, Montreal, Canada, nov. 1969, 8 p.
32. GOLDSCHMID, B. & GOLDSCHMID, M.L., Modular Instruction in Higher Education: a Review, Publicação interna da Universidade de McGill, Montreal, 1972, 51 p.
33. GREEN Jr., Ben, Physics Teaching by the Keller Plan at MIT, American Journal of Physics, New York, 1971, 39 (7): 764-775.
34. GRONLUND, Norman E., Constructing Achievement Tests, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1968.
35. HALL, Vance R., Manipulação de Comportamento, (parte II) Modificação de Comportamento: Princípios Básicos, Trad. de Waldir Bettoi, São Paulo, Edit. da Universidade de São Paulo, 1973.
36. HALLIDAY, David & RESNICK, Robert, Física, (Parte II) (Trad.) Rio de Janeiro, Ao Livro Técnico S.A. e Edit. da Universidade de São Paulo, 1966.
37. HEWITT, Paul G., Conceptual Physics Turning Nonscience Students on to their Everyday Environment, The Physics Teacher, New York, 1972, 10 (9): 515-524.
38. HOLTON, Gerald, Harvard Project Physics, A Report on its Aims and Current Status, Physics Educ., London, 1969, 4 (1): 19-25.
39. \_\_\_\_\_, Issues for the Seventies, The Physics Teacher, New York, 1970, 8 (5): 229-232.
40. KAHN, Peter B. & STRASSENBURG, A.A., Instructional Innovations in Physics at Stony Brook, American Journal of Physics, New York, 1975, 43 (5): 400-407.

41. KAPFER, Philip G. & KAPFER, Miriam B., Introduction to Learning Packages, Educational Technology, Englewood Cliffs, 1972, 12 (9): 9-11.
42. KELLER, Fred S., "Good-bye Teacher...", Journal of Applied Behavior Analysis, 1968, (1): 79-89.
43. LINDVALL, C.M. & BOLVIN, John O., The Role of the Teacher in Individually Prescribed Instruction, In: Individualizing Instruction, Englewood Cliffs, The Educational Review Series, 1973: 67-71.
44. LYNCH, A.J., El Trabajo Individual Según el Plan Dalton, Trad. de Fernando Sainz, Buenos Aires, Imprenta López, 1941.
45. MAGER, Robert F., Preparing Instructional Objectives, Palo Alto, Calif., Fearon, Publishers, 1962.
46. MÁXIMO, Antonio e ALVARENGA, Beatriz, Física (volume 3), Belo Horizonte, Editora Bernardo Alvares S.A., 1975.
47. McKEACHIE, W.J. Research on Teaching at the College and University Level, In: Gage, N.L. (Editor) Handbook of Research on Teaching, Chicago, Rand McNally and Comp., 1967: 1118-1172.
48. MCNEIL, John D., Forces Influencing curriculum, Review of Educational Research, Washington, 1969, 39 (3): 293-318.
49. MEDEIROS, Ethel Bauzer, As Provas Objetivas - Técnicas de Construção, Rio, Fundação Getúlio Vargas, Instituto de Docum., 1971.
50. MINIUM, Edward W., Statistical Reasoning in Psychology and Education, N.Y., London, John Wiley and Sons, Inc., 1970.
51. MOREIRA, M.A. & LEVANDOWSKI, C.E., Uma Experiência em Pequena Escala com o Sistema Audio-Tutorial, Revista Brasileira de Física, São Paulo, 1974, 4 (2): 373-384.

52. MURRAY, Darrel L., The Components of a Module, In: J.G.Creager and Darrel L. Murray, Editors, The Use of Modules in College Biology Teaching, Washington, Commission on Undergraduate Education in the Biological Sciences, 1971: 5-8.
53. NOLL, Victor H. Introdução às Medidas Educacionais, São Paulo, Livraria Pioneira, Edit., 1965.
54. NOVAK, Joseph, A Case Study Curriculum Change. Science Since PSSC. School Science and Mathematics, Bluffton, 1969, 69 (5): 374-384.
55. NICHOLS, Eugene, Is Individualization the Answer ? In: Individualizing Instruction, Englewood Cliffs, The Educational Review Series, 1973: 106-112.
56. PASCAL, Charles E., Towards Meaningful Educational Objectives, Learning and Development, McGill University, Montreal, 1969, 1 (3), 6p.
57. \_\_\_\_\_ & GEIS, George L., Feedback and Learning, Learning and Development, McGill University, Montreal, 1970, 2 (4), 6 p.
58. PHILIPPAS, Michael H. & SOMMERFELDT, R.W., Keller vs. Lecture Method in General Physics Instruction, American Journal of Physics, New York, 1972, 40 (9): p.1300-1306.
59. POSTLETHWAIT, S.N. & HURST, Robert, The Audio-Tutorial System: Incorporating Minicourses and Mastery, Educational Technology, Englewood Cliffs, 1972, 12 (9): 35-37.
60. RIGDEN, John S., An Individualized Approach to Introductory Physics, American Journal of Physics, New York, 1970, 38 (12): 1407-1412.
61. ROID, Gale H., Lecturing: Time for a Change ? Learning and Development, McGill University, Montreal, 1969, 1 (2), 4 p.

62. ROMER, Alfred, Thinning out the Freshman Course, American Journal of Physics, New York, 1958, 26 (1): 50.
63. SANTAROSA, Lucila M.Costi, Curso Modular de Estatística e Seus Efeitos na Aprendizagem (Dissertação de Mestrado em Educação - UFRGS), Porto Alegre, Edit. A4, 1975.
64. SNEIDER, Cary I. A Different "Discovery" Approach, The Physics Teacher, New York, 1972, 10 (6): 327-329.
65. SMITH Jr., James E. The Learning Activity Package (LAP), Educational Technology, Englewood Cliffs, 1972, 12 (9): 15-17.
66. STRASSENBURG, A.A., The Evolution of Physics Teaching, The Physics Teacher, New York, 1972, 10 (9): 509-513.
67. SULLIVAN, Howard, SCHUTZ, Richard E. & BAKER, Robert L., Effects of Systematic Variations in Reinforcement Contingencies on Learner Performance, American Educational Research Journal, Washington, 1971, 8 (1): 135-141.
68. SWARTZ, Clifford E. & ZIPFEL, Christie, Individualizing Instruction in Introductory Physics, American Journal of Physics, New York, 1972, 40 (10): 1436-1442.
69. TABA, Hilda, Curriculum Development: Theory and Practice, New York, Harcourt, Brace and World, Inc., 1962.
70. THOMAS, George I., CRESCIMBENI, Joseph, Enseñanza Individualizada por Materias (trad.) Madrid, Edit., Magisterio Español S.A., 1970.
71. TOSTI, Donald T. & HARMON, N. Paul, A Taxonomy for Decision-Making, Educational Technology, Englewood Cliffs, 1972, 12 (9): 76-80.
72. VIANNA, Heraldo Marelím, Testes em Educação, São Paulo, IBRASA, 1973.
73. TURRA, Clódia M. Godoy et alli, Planejamento de Ensino e Avaliação, Porto Alegre, Coleção Livro Texto, Co-Edição PUC-EMMA, 1975.



A N E X O S

ANEXO 1:

Conteúdos de FIS 101

INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS  
Departamento de Física  
FIS 101

## CONTEÚDOS

### 1ª Unidade

- 1) Movimento: conceito e variáveis fundamentais
- 2) Movimento retilíneo uniforme e movimento retilíneo uniformemente variado: conceito de velocidade, aceleração e velocidade média.
- 3) Análise gráfica de movimentos retilíneos.
- 4) Força e movimento: Leis de Newton.
- 5) Movimento circular uniforme: variáveis fundamentais e força centrípeta.
- 6) Torque e condições de equilíbrio.
- 7) Momentum linear e sua conservação.
- 8) Gravitação universal: estudo dinâmico e a lei de Newton.
- 9) Trabalho e energia cinética e potencial.
- 10) Trabalho feito por forças conservativas constantes e variáveis.
- 11) Trabalho feito por forças dissipativas constantes (atrito).
- 12) Conservação da energia mecânica e da energia total.
- 13) Movimento planetário e energia.

### 2ª Unidade

- 1) Elasticidade: Lei de Hooke.
- 2) Módulos de elasticidade.
- 3) Molas e o princípio de conservação da energia.
- 4) Fluidos: pressão e princípio de Pascal.
- 5) Princípio de Arquimedes.
- 6) Tensão superficial.
- 7) Capilaridade.
- 8) Fluidos em movimento e o princípio de Bernoulli.

3ª Unidade

- 1) Calor e temperatura.
- 2) Equilíbrio térmico e a lei zero da termodinâmica.
- 3) Escalas termométricas e a escala absoluta.
- 4) Princípio fundamental da calorimetria e calor específico.
- 5) Efeitos do calor: dilatação.
- 6) Efeitos do calor: mudança de estado físico da matéria e calor latente.
- 7) Gases e lei de Boyle.
- 8) Gases e lei de Charles.
- 9) Lei de um gás ideal.
- 10) Teoria Cinética dos gases.
- 11) Calor e suas formas de propagação.
- 12) Condução do calor e coeficiente de condutibilidade.
- 13) Termodinâmica e suas leis.

4ª Unidade

- 1) Eletrização: conceito de carga.
- 2) Cargas elétricas e a lei de Coulomb.
- 3) Condutores e isolantes.
- 4) Campo elétrico e linhas de força.
- 5) Trabalho e potencial elétrico.
- 6) Corrente elétrica.
- 7) Resistência elétrica.
- 8) Lei de Ohm e circuitos em série e paralelo.
- 9) Corrente elétrica e calor.
- 10) Capacitores.
- 11) imãs e campo magnético.
- 12) Magnetização e propriedades magnéticas da matéria.
- 13) A experiência de Oersted.
- 14) Indução magnética e força sobre condutor.
- 15) Experiência de Faraday-Lenz.
- 16) Transformadores elétricos.
- 17) Ondas eletromagnéticas e o vetor de Poynting.

5ª Unidade

- 1) Ondas e movimentos ondulatórios.
- 2) Propagação ondulatória.
- 3) Fenômenos ondulatórios (reflexão, refração, difração, interferência e polarização).
- 4) Ondas sonoras.
- 5) Ondas luminosas e sua origem eletromagnética.
- 6) Física Moderna: nascimento.
- 7) Efeito fotoelétrico.
- 8) Raios X.
- 9) Modelos atômicos.
- 10) Partículas elementares.
- 11) Radioatividade.
- 12) Reações nucleares: fissão e fusão.

ANEXO 2:

Ficha Individual Definitória  
do Aluno

INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS  
Departamento de Física - FIS 101

FICHA INDIVIDUAL DO ALUNO

Data: . . . . .

Nome: . . . . . Nº de matrícula: . . . . .

Idade: . . . . . Estado civil: . . . . .

Naturalidade: . . . . .

Trabalha além de estudar ? Sim  Não

Se trabalha, em que ? . . . . .  
. . . . . e quantas horas/semana ? . . . . .

Curso atual: . . . . . Semestre: . . . . .

1a. opção no vestibular ? Sim  Não

Nº de vestibulares prestados: . . . . .

Realizou curso pré-vestibular? Sim  Não

Se fez pré-vestibular, onde ? . . . . .  
e quanto tempo ? . . . . .

Outro curso universitário que já tenha cursado ou esteja cursando:  
. . . . . semestre: . . . . .

FIS 101 é disciplina obrigatória no seu curso ?  
Sim  Não

Nº de disciplinas que cursa neste semestre: . . . . .

Faz FIS 101 pela 1a.vez  ; 2a.vez  ; 3a.vez  ; 4a.vez

Em que escola secundária estudou ?  
Escola: . . . . . Localidade: . . . . .

Tipo de curso: . . . . .

Estudou Física ? Sim  Não

Se estudou, quanto tempo ? . . . . .

ANEXO 3:

Teste Objetivo para Medir o Conhecimento  
do Aluno Antes e Depois de uma Situação  
de Ensino



INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS  
 Depto. de Física - FIS 101

Teste de Física

I N S T R U Ç Õ E S

- I. O presente teste tem a finalidade de diagnosticar o quanto você já conhece de Física. Não valerá nora, isto é, o número de erros que você cometer não lhe acarretará nenhuma punição. Assim sendo, responda aos ítems com a máxima tranquilidade e honestidade (não olhe a resposta do colega vizinho e nem "chute" uma resposta). Responda tão somente quando se sentir absolutamente confiante na resposta.
- II. Cada ítem admite apenas uma resposta correta.
- III. Não ponha nome e nem escreva coisa alguma no caderno de testes, pois você deverá devolvê-lo com a folha de respostas, ao final do teste.
- IV. Preencha apenas a folha de respostas, conforme exemplo que segue:
0. Porto Alegre é:
- A. uma ilha  
 B. um país  
 C. uma cidade  
 D. um rio  
 E. um estado
0.                    A B C D E  

		X		
--	--	---	--	--
- V. Você dispõe de cerca de 100 minutos para responder aos 100 ítems do teste. Não se detenha demasiadamente num determinado ítem. Leia-o com atenção e, se não souber respondê-lo, passe para o ítem seguinte. Depois de responder ao último ítem, volte aos ítems que deixou para trás e revise suas respostas, se dispuser de tempo.

1. Aceleração poderia ser definida por qualquer um dos modos abaixo, exceto como:
  - A) milhas por hora por segundo
  - B) metros por segundo ao quadrado
  - C) a razão de variação da velocidade com o tempo
  - D) centímetros por segundo
  - E) centímetros por dia por dia
  
2. A aceleração de um corpo caindo livremente:
  - A) é zero
  - B) é constante, mas não zero
  - C) aumenta numa razão constante
  - D) diminui numa razão constante
  - E) ora aumenta ora diminui.
  
3. Quando um objeto cai livremente no vácuo:
  - A) a velocidade não pode ser maior que 9,8 m/s
  - B) a aceleração diminui até que a velocidade terminal seja atingida
  - C) a aceleração é constante
  - D) a aceleração aumenta constantemente
  - E) a aceleração é zero.
  
4. "Um corpo caindo livremente na atmosfera aproxima-se da Terra com a velocidade cada vez maior". Avalie esta proposição, segundo as alternativas:
  - A) a proposição é verdadeira em todas as condições
  - B) a proposição é verdadeira em algumas condições
  - C) a proposição é falsa em todas as condições
  - D) a proposição é falsa em algumas condições
  - E) é impossível atribuir qualquer grau de veracidade ou falsidade à proposição.
  
5. Um revólver na posição horizontal lança uma bala, a qual:
  - A) atinge o solo muito depois que uma outra bala deixada cair verticalmente e no mesmo instante da mesma altura ao solo
  - B) é freada, tão somente, pela resistência do ar
  - C) atinge o solo ao mesmo tempo que uma outra bala deixada cair verticalmente e no mesmo instante da mesma altura ao solo
  - D) segue em linha reta
  - E) atinge o solo muito antes de outra bala deixada cair verticalmente e no mesmo instante da mesma altura ao solo.

6. Se fosse possível dispor-se de um corpo em movimento com uma velocidade de 10 m/s ao longo de uma superfície horizontal sem atrito e sem resistência do ar; a aceleração:

- A) diminuiria
- B) seria constante mas não zero
- C) seria zero.
- D) seria desconhecida (a não ser com mais dados)
- E) aumentaria

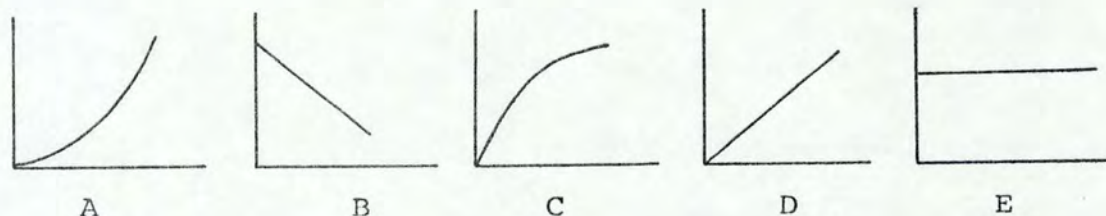
7. Sejam os seguintes dados experimentais colhidos na queda livre de um objeto:

intervalo de								
tempo (1/40 s)	1	2	3	4	5	6	7	8

distância em cm

percorrida durante cada intervalo	0,3	0,9	1,5	2,2	2,8	3,3	3,9	4,5
-----------------------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fazendo-se um gráfico da velocidade (eixo vertical) versus tempo (eixo horizontal), qual dos gráficos abaixo seria o representativo deste relacionamento ?



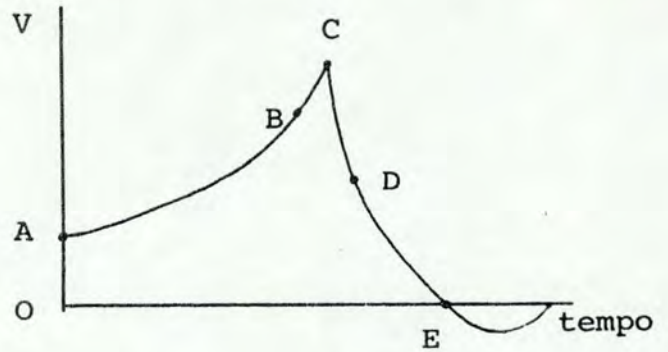
8. Se um corpo caiu 10 m num intervalo de tempo "t", quanto terá caído o corpo após decorrido um intervalo de tempo "2t" ?

- A) 40 m
- B) 42 m
- C) 30 m
- D) 20 m
- E) 26 m

9. Um objeto movendo-se com velocidade de 20m/s aumentou sua velocidade para 80 m/s após 20s. A aceleração uniforme é:

- A) 0,25 m/s<sup>2</sup>
- B) 4 m/s<sup>2</sup>
- C) 60 m/s<sup>2</sup>
- D) 3 m/s<sup>2</sup>
- E) 5 m/s<sup>2</sup>

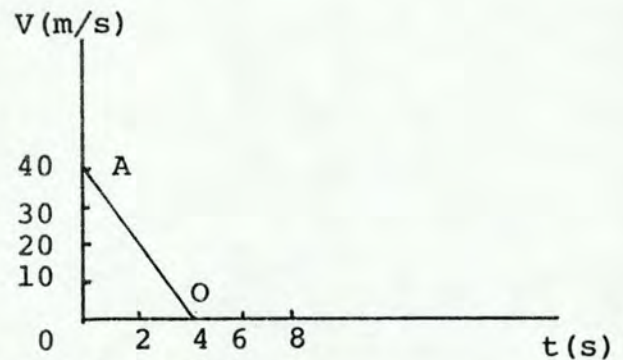
Um automóvel movendo-se ao longo de uma estrada reta tem as variações de sua velocidade "v" com o tempo "t" indicadas no gráfico ao lado:



As questões 10 e 11 referem-se a este gráfico.

10. Em que ponto o carro está parado ?
11. Em que ponto sua velocidade é máxima ?

Lançou-se uma bola verticalmente para cima e com os dados obtidos de seu movimento, construiu-se o gráfico ao lado:



As questões 12, 13 e 14 referem-se a este gráfico.

12. A velocidade inicial do movimento da bola para cima:
- é zero
  - é medida por OA
  - é medida por OB
  - não está indicada no gráfico
  - é medida por AB
13. No tempo indicado pelo ponto B, a velocidade da bola é:
- a mesma do início do movimento
  - maior que no início do movimento
  - a metade da velocidade inicial
  - zero
  - igual em módulo à velocidade inicial
14. No tempo indicado pelo ponto B, a bola está:
- no ponto mais alto de sua trajetória
  - no ponto intermediário entre o ponto de partida e o ponto mais alto de sua trajetória, em movimento ascendente.
  - no ponto de partida
  - no ponto intermediário entre o ponto de partida e o ponto mais alto de sua trajetória, em movimento descendente.
  - abaixo do ponto de partida.

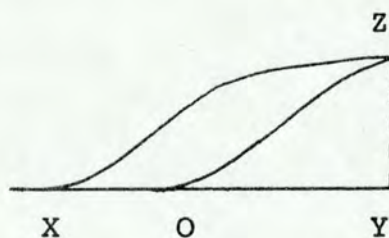
15. Um carro numa pista horizontal, tendo uma velocidade de 10 m/s é uniformemente acelerado até atingir uma velocidade de 40m/s, num intervalo de 10 s. Neste tempo ele andarã:
- A) 100 m
  - B) 150 m
  - C) 200 m
  - D) 250 m
  - E) 400 m
16. A força que atua num corpo em queda livre:
- A) é zero
  - B) é constante, mas não zero
  - C) aumenta numa razão constante
  - D) diminui numa razão constante
  - E) ora aumenta, ora diminui
17. Uma massa de 10 kg não cai 4 vezes mais rápido do que uma massa de 2,5 kg, se soltadas de uma mesma altura, porque:
- A) a força de atração da Terra é a mesma sobre ambas
  - B) a força de atrito do ar é sempre maior sobre a massa maior
  - C) a razão entre força gravitacional e massa é igual para ambas as massas
  - D) a densidade da massa maior deve ser 4 vezes maior que a da massa menor, de modo que ambas tenham o mesmo volume
  - E) nenhuma das respostas acima.
18. O fato de haver conservação do momentum linear num sistema isolado, significa que:
- A) todo o momentum linear é usado de modo útil
  - B) o sistema não está em movimento
  - C) se a massa é dobrada, a velocidade é também dobrada
  - D) o momentum linear é sempre zero
  - E) não existe força resultante externa sobre o sistema.

19. Em uma colisão entre dois corpos perfeitamente elásticos:
- A) o momentum total e a energia cinética total permanecem constantes antes, durante e após a colisão
  - B) apenas o momentum total permanece constante durante a colisão
  - C) apenas a energia cinética permanece constante durante a colisão
  - D) tanto o momentum quanto a energia cinética diminuem no final da colisão
  - E) tanto o momentum total quanto a energia cinética total anulam-se sempre ao final da colisão.
20. Uma bola é lançada verticalmente para cima. No topo de sua trajetória, em relação ao solo:
- A) sua energia potencial vale a metade de sua energia cinética inicial
  - B) ela não possui energia
  - C) sua energia potencial é mínima e a cinética máxima
  - D) sua energia cinética vale a metade da energia potencial
  - E) sua energia potencial é máxima e a cinética é nula.
21. Uma bola é lançada verticalmente para cima. À medida que sobe, aumenta, em relação ao solo:
- A) sua aceleração
  - B) sua velocidade
  - C) sua energia cinética
  - D) sua energia potencial
  - E) seu momentum
22. Em qual das situações abaixo existe realização de trabalho ?
- A) um corpo desliza por um plano inclinado, sem atrito
  - B) um homem segura sua valise enquanto espera o ônibus
  - C) a Lua gira ao redor da Terra
  - D) uma corda é tracionada por forças iguais em suas extremidades
  - E) uma pedra está apoiada sobre uma mesa.

23. A quantidade de trabalho necessária para deter um objeto que se move é igual a:

- A) velocidade do objeto
- B) energia cinética do objeto
- C) massa do objeto vezes sua velocidade
- D) energia potencial do objeto
- E) velocidade ao quadrado do objeto.

24. A figura ao lado apresenta duas colinas de inclinações diferentes, porém ambas sem atrito e tendo X-Y como nível de potencial. A energia potencial adquirida por uma pessoa ao subir a colina superior de X até Z é:



- A) maior do que a energia potencial adquirida por outra pessoa que sobe a colina inferior de 0 até Z
- B) menor do que a energia potencial adquirida por outra pessoa que sobe a colina inferior de 0 até Z
- C) igual à energia potencial adquirida por outra pessoa que sobe a colina inferior de 0 até Z
- D) zero
- E) nenhuma das respostas acima

25. Uma certa força é capaz de conferir uma aceleração de  $10 \text{ m/s}^2$  a uma massa de  $1000 \text{ kg}$ . Que aceleração produziria numa massa de  $500 \text{ kg}$  ?

- A)  $5 \text{ m/s}^2$
- B)  $10 \text{ m/s}^2$
- C)  $20 \text{ m/s}^2$
- D)  $2 \text{ m/s}^2$
- E)  $50 \text{ m/s}^2$

26. Um corpo parte do repouso e passa a se mover com aceleração n uniforme. Pode-se afirmar que:

- A) a aceleração é diretamente proporcional à força que atua sobre o corpo, considerando sua massa constante
- B) a aceleração é proporcional à massa do corpo
- C) a força atuante sobre o corpo deve ser cada vez maior para que se produza variação na velocidade
- D) a aceleração é proporcional à variação da distância com o tempo
- E) a aceleração produzida nunca será maior que a da gravidade.

27. Quando alguém dá um tiro com um revólver, deve tomar cuidado com o recuo do revólver. Isto se explica porque:
- A) cada corpo continua em seu estado de repouso ou movimento se nenhuma força agir sobre ele
  - B) a aceleração conferida a um corpo é proporcional à força que atua sobre o corpo, agindo na mesma linha de ação da força
  - C) a cada ação existe uma reação igual e contrária
  - D) existe a lei de conservação da energia
  - E) a bala sai com muita velocidade.
28. Se a Terra tivesse um diâmetro duas vezes maior que o seu verdadeiro e massa duas vezes maior, um homem pesando 600 N pesaria, então:
- A) 600 N
  - B) 150 N
  - C) 240 N
  - D) 300 N
  - E) 800 N
29. De acordo com o conceito físico de trabalho, a situação na qual existe trabalho é:
- A) um meteoro move-se 4 km pelo espaço com uma velocidade constante de 5 km/s
  - B) no movimento circular uniforme o produto da força centrípeta pelo comprimento da circunferência descrita
  - C) um homem puxa um bloco de madeira de 10 kg sobre o chão
  - D) uma coluna de 4 m suporta o canto de um prédio de 20 toneladas
  - E) uma caixa está apoiada no chão.
30. Dois corpos de massas distintas, inicialmente em repouso, são empurrados numa superfície lisa por forças iguais durante o mesmo tempo. Ao final deste tempo, o corpo de massa maior terá:
- A) a maior velocidade
  - B) a maior aceleração
  - C) o menor momentum
  - D) o mesmo momentum que o corpo de massa pequena
  - E) o maior momentum



31. Dois revólveres lançam balas com a mesma velocidade, sendo as balas de um (1) duas vezes mais pesadas que as balas do outro (2), o qual por sua vez é três vezes mais pesado que o revólver (1). A velocidade de recuo do revólver (1) será:
- A)  $\frac{2}{3}$  da velocidade de recuo do (2)
  - B)  $\frac{3}{2}$  da velocidade de recuo do (2)
  - C) 2 vezes a velocidade de recuo do (2)
  - D) 3 vezes a velocidade de recuo do (2)
  - E) 6 vezes a velocidade de recuo do (2).
32. O trabalho feito para mover um bloco de 50 kg numa distância horizontal de 10 m, sem atrito por uma força de 20 N aplicada num ângulo de  $60^\circ$  com a horizontal sobre ele, é:
- A) 100 J
  - B) 200 J
  - C) 500 J
  - D) 1000 J
  - E) 50 J
33. Uma bola é lançada para cima até atingir a altura de uma certa torre, quando cai novamente até atingir o solo. Neste caso:
- A) na altura da torre a bola tem apenas energia potencial
  - B) durante todo o movimento a energia cinética só será nula quando a bola tocar o solo
  - C) a energia potencial máxima (na altura da torre) depende da velocidade inicial com que a bola foi lançada
  - D) na altura da torre, a bola tem apenas energia cinética
  - E) ao tocar o solo toda a energia cinética converter-se-á em potencial.
34. Dois objetos, A e B, tem o mesmo momentum. B terá energia cinética maior que A somente se:
- A) pesar mais que A
  - B) se mover mais rápido que A
  - C) pesar o mesmo que A
  - D) se mover mais devagar que A
  - E) sua energia potencial for também maior.

35. A atração gravitacional determina:
- A) o peso de um corpo
  - B) a energia atômica de um corpo
  - C) a densidade de um corpo
  - D) o estado físico de um corpo
  - E) a forma de um corpo
36. Se um carro fosse posto em movimento numa estrada e se fosse possível eliminar todo o atrito, o carro continuaria com velocidade constante, de acordo com a:
- A) 1a. Lei de Newton (inércia)
  - B) 2a. Lei de Newton ( $F = ma$ )
  - C) 3a. Lei de Newton (ação e reação)
  - D) Lei da gravitação universal de Newton
  - E) Lei das áreas iguais (Kepler)
37. Energia potencial é definida como:
- A) energia de movimento
  - B) energia térmica
  - C) energia de posição
  - D) qualquer uma das respostas acima
  - E) nenhuma das respostas acima
38. De uma máquina simples obtemos:
- A) mais trabalho do que aquele que foi fornecido
  - B) menos trabalho do que aquele que foi fornecido
  - C) igual trabalho ao que foi fornecido
  - D) apenas calor
  - E) nenhuma das respostas acima.
39. Quando um corpo cai de uma certa altura, sua energia total:
- A) decresce durante a queda
  - B) aumenta durante a queda
  - C) permanece constante durante a queda
  - D) é nula no final da queda
  - E) é máxima no final da queda

40. O fato de que um pêndulo oscilante pára não viola a lei de conservação da energia porque energia pode ser:
- A) criada mas não destruída
  - B) destruída mas não criada
  - C) criada e destruída mas não transformada de uma forma para outra
  - D) transformada de uma forma para outra mas nunca criada nem destruída
  - E) nenhuma das respostas acima.
41. Qual destas características determina a pressão num líquido contido num recipiente aberto ?
- A) a forma do recipiente e a área de sua base
  - B) a altura do líquido e sua densidade
  - C) a viscosidade do líquido
  - D) a altura do líquido e a forma do recipiente
  - E) a viscosidade do líquido e a área da base do recipiente.
42. Quando falamos em temperatura de um meio, nos referimos:
- A) à quantidade de moléculas do meio
  - B) à energia potencial total das moléculas do meio
  - C) à energia cinética média das moléculas do meio
  - D) ao conteúdo calorífico total de cada molécula do meio
  - E) à energia potencial média das moléculas do meio.
43. Numa prensa hidráulica, um dos êmbolos tem uma área de  $20 \text{ cm}^2$  e o outro uma área de  $80 \text{ cm}^2$ . Ao aplicarmos uma força de 100 N no êmbolo pequeno, a força do êmbolo grande será:
- A) 25 N
  - B)  $1/16$  N
  - C) 100 N
  - D) 16 N
  - E) 400 N
44. O princípio de Pascal:
- A) permite calcular a força de empuxo que atua num corpo submerso
  - B) explica o funcionamento da prensa hidráulica
  - C) aplica-se somente a gases
  - D) depende das variações de temperatura
  - E) aplica-se apenas a líquidos.

45. Uma esfera de aço suspensa a um dinamômetro por um fio de dimensões desprezíveis, foi mergulhada sucessivamente em água (densidade 1,0), em álcool (densidade 0,81) e em gasolina (densidade 0,72), nas mesmas condições de pressão e temperatura. O peso aparente fornecido pelo dinamômetro foi:
- A) maior na água
  - B) maior no álcool
  - C) maior na gasolina
  - D) o mesmo em qualquer um dos líquidos
  - E) impossível de estimar com os dados fornecidos.
46. Se um bloco pesa 25000 N e tem um volume de  $1\text{m}^3$ , ao ser mergulhado completamente em água pura sofrerá uma perda aparente de peso de aproximadamente:
- A) 100 N
  - B) 2500 N
  - C) 1000 N
  - D) 10000 N
  - E) 25000 N
47. O princípio de Arquimedes estabelece que:
- A) a pressão em qualquer ponto de um fluido é igual em todas as direções
  - B) a pressão aplicada a um fluido confinado se transmite igualmente por todo o fluido
  - C) a água poderá subir num tubo capilar
  - D) a pressão em um líquido em qualquer profundidade é o produto da altura pela densidade do líquido
  - E) todo o corpo mergulhado em um fluido recebe um empuxo de baixo para cima igual ao peso do fluido deslocado.
48. Uma dada quantidade de gás é encerrada num recipiente e aquecida de  $20^{\circ}\text{C}$  até  $100^{\circ}\text{C}$ . Supondo-se que o volume se mantenha constante, de acordo com a teoria cinética:
- A) o gás aumenta de peso
  - B) as moléculas do gás aumentam de tamanho
  - C) a distância média entre as moléculas aumenta
  - D) a velocidade média das moléculas aumenta
  - E) a pressão do gás decresce.

49. Para reduzir à metade a pressão de um gás mantido a volume constante, inicialmente a  $27^{\circ}\text{C}$ , é preciso variar a temperatura para:
- A)  $54^{\circ}\text{C}$
  - B)  $-123^{\circ}\text{C}$
  - C)  $13,5^{\circ}\text{C}$
  - D)  $327^{\circ}\text{C}$
  - E)  $-27^{\circ}\text{C}$
50. Quando uma massa de gás é aquecida a volume constante:
- A) o gás condensa-se
  - B) a pressão do gás diminui
  - C) a pressão do gás permanece constante
  - D) a energia cinética das moléculas do gás diminui
  - E) a pressão do gás aumenta
51. Quando as moléculas de um gás confinado movem-se mais depressa:
- A) o volume do gás diminui
  - B) a temperatura do gás diminui
  - C) a temperatura do gás permanece constante
  - D) a temperatura do gás aumenta
  - E) o gás se condensa
52. A força exercida nas paredes de um vaso por um gás aí encerrado é devida:
- A) à força de repulsão entre as moléculas do gás
  - B) à pequena variação da velocidade média das moléculas
  - C) às mudanças do momentum das moléculas do gás
  - D) à atração entre as paredes do vaso e as moléculas do gás
  - E) às colisões elásticas entre as moléculas do gás.
53. Quando a temperatura do ar é aumentada de  $20^{\circ}\text{C}$  para  $30^{\circ}\text{C}$ , o aumento aproximado de sua energia cinética média é, de acordo com a teoria cinética molecular:
- A) 0,34%
  - B) 3,4 %
  - C) 10%
  - D) 50%
  - E) 34%

54. Se a temperatura de um volume constante de gás é  $0^{\circ}\text{C}$ , qual a temperatura que o gás deve atingir para dobrar sua pressão ?
- A)  $2^{\circ}\text{C}$
  - B)  $100^{\circ}\text{C}$
  - C)  $273^{\circ}\text{C}$
  - D)  $546^{\circ}\text{C}$
  - E)  $20^{\circ}\text{C}$ .
55. Com base na teoria cinética dos gases a pressão de um gás é explicada pela:
- A) mudança em momentum quando as moléculas colidem contra as paredes do recipiente.
  - B) mudança em energia cinética acompanhada de mudança de temperatura
  - C) suposição de que as moléculas exercem pouca ou nenhuma força de atração umas sobre as outras
  - D) suposição de que as moléculas ao colidirem não perdem energia cinética
  - E) suposição de que as distâncias entre as moléculas são grandes comparadas com seus diâmetros.
56. Quando um corpo está carregado positivamente com eletricidade estática:
- A) ele não contém elétrons
  - B) é porque ele não é metálico
  - C) então é porque ele é metálico
  - D) então é porque ele está com falta de elétrons
  - E) ele só contém prótons.
57. Uma das razões de se ligar um objeto carregado eletricamente à Terra por um fio metálico é:
- A) remover a carga do objeto
  - B) evitar que o objeto se carregue
  - C) usar a Terra como condutor
  - D) evitar acúmulo de carga elétrica estática
  - E) mais de uma das respostas acima.

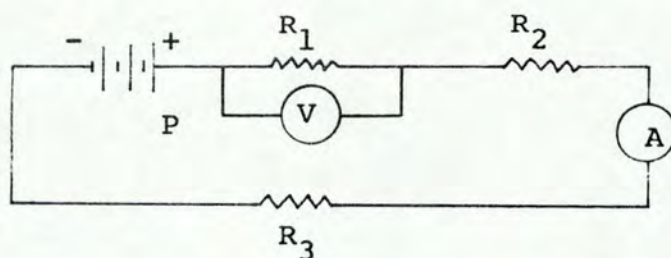
58. A afirmação de que "cargas iguais se repelem":
- A) é uma definição arbitrária
  - B) baseia-se na experiência de que quando dois corpos se repelem, repelem quaisquer outros
  - C) baseia-se na observação experimental de que corpos de mesmo material se repelem quando eletrizados
  - D) não é válida, pois cargas iguais se atraem
  - E) é uma consequência da lei de Coulomb.
59. A idéia de que os efeitos elétricos e magnéticos propagam-se num meio ao invés de serem produzidos à distância proporcionou um subsídio para as investigações sobre eletricidade e magnetismo, no sentido que:
- A) os resultados experimentais de eletromagnetismo sejam formulados em termos de campo e não de força entre cargas
  - B) os fenômenos eletromagnéticos possam ser analisados comparativamente aos fenômenos mecânicos, no que se refere à matéria e movimento
  - C) energia elétrica é mais importante que forças sobre cargas
  - D) deveria-se determinar a velocidade das ondas eletromagnéticas
  - E) a lei de força entre cargas deveria ser mais complicada que a lei de Coulomb.
60. Quando uma corrente elétrica circula por uma resistência, a energia é dissipada sob forma de:
- A) energia química
  - B) amperagem
  - C) voltagem
  - D) som
  - E) calor
61. Volt é unidade de:
- A) diferença de potencial
  - B) quantidade de eletricidade
  - C) corrente elétrica
  - D) potência
  - E) resistência

62. Qual dos termos abaixo especificados está menos correlacionado com os demais:
- A) força eletromotriz
  - B) queda de RI
  - C) diferença de potencial
  - D) corrente
  - E) voltagem
63. A resistência de um circuito onde circula corrente elétrica pode ser aumentada:
- A) encurtando o comprimento do circuito
  - B) enrolando parte do fio
  - C) esfriando o fio do circuito
  - D) substituindo o fio por outro de mesmo material mas de menor área
  - E) substituindo o fio por outro de mesmo material mas de maior área.
64. A vantagem de se conectarem em paralelo as lâmpadas de uma residência ao invés de em série é porque:
- A) a resistência em cada filamento aumenta
  - B) a voltagem em cada lâmpada não é afetada pela outra lâmpada
  - C) poucos ampères precisam passar através de cada lâmpada
  - D) a corrente que passa por uma lâmpada passa por todas as outras
  - E) a voltagem em cada lâmpada varia com a resistência da lâmpada.
65. Qual a afirmação que não está correta:
- A) os polos de um magneto não são influenciados por carga elétrica estacionária
  - B) não existe polo magnético isolado (livre)
  - C) quase todas as substâncias metálicas exibem propriedades magnéticas
  - D) a maior parte do magnetismo de uma barra está concentrada nas extremidades
  - E) é de se supor que o magnetismo de uma substância esteja associado às partículas de que se compõe.



66. Um relógio de ouro foi blindado internamente com ferro, cuja finalidade mais provável foi a de:
- torná-lo mais resistente, compensando a falta de resistência do ouro
  - torná-lo impermeável à água
  - blindá-lo de campos magnéticos
  - amortecer seu som
  - amortecer possíveis choques.
67. A lei de Ohm estabelece que a corrente elétrica varia diretamente com:
- a resistência e inversamente com a voltagem
  - a voltagem e inversamente com a resistência
  - a resistência e a voltagem
  - a voltagem e inversamente com o quadrado da distância
  - a resistência, apenas.
68. A resistência de um instrumento com a indicação de 100 watts e 110 volts é:
- 1 ohm
  - 55 ohms
  - 220 ohms
  - 110 ohms
  - 200 ohms

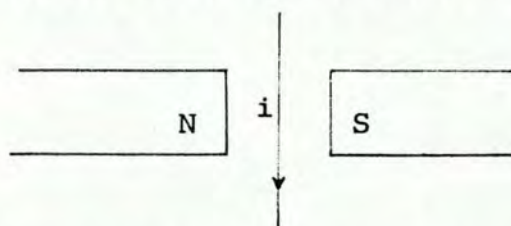
69. Um aluno conectou três resistências, um voltímetro, um amperímetro e uma bateria de 6 volts, conforme o diagrama abaixo:



Se ele quisesse medir a corrente através de  $R_1$  e a diferença de potencial entre seus extremos:

- ele deveria fazer uma troca de lugar entre  $R_2$  e A
- ele deveria colocar A no ponto P do circuito
- ele não precisaria alterar nada no circuito
- ele deveria fazer uma troca entre  $R_3$  e A
- ele deveria fazer uma troca entre V e A .

70. Uma corrente de 2A passa através de uma lâmpada de 60 V durante 1 s. A energia dissipada é:
- A) 25 watts  
 B) 50 watts  
 C) 75 watts  
 D) 100 watts  
 E) 120 watts
71. Uma corrente elétrica ao longo de um fio retilíneo sempre:
- A) cria um campo magnético de tal modo que o polo norte de uma agulha magnética aponta para o fio  
 B) cria um campo magnético variável ao redor do fio  
 C) cria um campo magnético de tal modo que o polo sul de uma agulha magnética aponta para o fio  
 D) cria um campo magnético cujas linhas de força são círculos concêntricos em planos perpendiculares ao fio  
 E) cria um campo magnético cuja intensidade é diretamente proporcional à distância ao fio.
72. Uma corrente elétrica pode ser criada num circuito fechado e não conectado à bateria, de todos os modos abaixo indicados, exceto no caso em que:
- A) um ímã move-se através do circuito  
 B) o circuito move-se através do campo de um ímã  
 C) um campo magnético variável atravessa o circuito  
 D) o circuito é colocado ao lado de um outro onde circula corrente alternada  
 E) o circuito é colocado ao lado de um outro onde circula corrente contínua.
73. Um fio condutor foi colocado entre os polos de um ímã, conduzindo corrente no sentido indicado na figura abaixo:

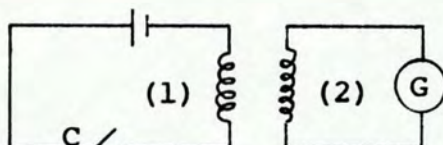


Pode-se afirmar que o fio move-se:

- A) para a direita  
 B) para a esquerda  
 C) para fora do papel  
 D) para dentro do papel  
 E) nenhuma das respostas.

74. A diferença principal entre ondas de rádio e ondas de luz diz respeito:
- às velocidades de propagação
  - às frequências
  - à natureza de transmissão
  - às amplitudes
  - a mais de uma das alternativas apresentadas.

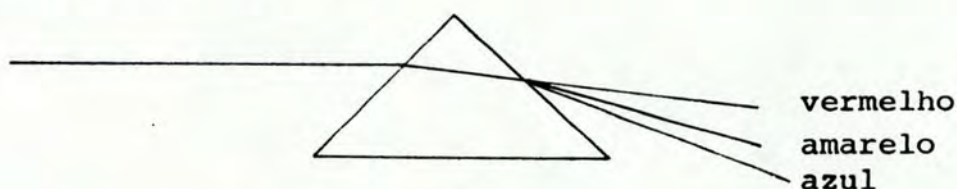
75. Dado o circuito abaixo, haverá corrente induzida em (2), registrada em G:



- somente quando se fecha a chave C
  - somente quando se abre a chave C
  - somente quando a chave C for mantida fechada
  - em nenhuma circunstância
  - sempre que se abrir e fechar o circuito em C.
76. Um teto branco ajuda na iluminação de uma peça porque:
- absorve a luz
  - refrata a luz
  - reflete difusamente a luz
  - polariza a luz
  - difrata a luz.
77. A luz monocromática (de um único comprimento de onda) não pode ser:
- absorvida
  - dispersada
  - refletida
  - refratada
  - difratada.

78. A cor vermelha de um pedaço de vidro deve-se:
- A) ao fato de que o vidro só absorve a cor vermelha
  - B) à ausência de vermelho na luz que o ilumina
  - C) ao fato de que a luz vermelha é sempre mais refletida do que as outras por qualquer corpo
  - D) ao fato de que a luz vermelha é menos refratada do que as outras
  - E) à absorção das outras cores pelo vidro.
79. Vemos a maioria dos objetos que nos cercam porque:
- A) eles emitem luz
  - B) eles refletem luz
  - C) eles absorvem luz
  - D) eles estão próximos a nós
  - E) a luz viaja em linha reta.
80. Num movimento ondulatório, quando duas ondas interferem, há sempre uma mudança em:
- A) comprimento de onda
  - B) frequência
  - C) amplitude
  - D) período
  - E) fase
81. O valor da teoria eletromagnética da luz para a investigação da estrutura da matéria prende-se ao fato de que:
- A) postula a existência de uma espécie de matéria, o éter, como suporte das ondas eletromagnéticas
  - B) propicia uma visão mais profunda dos processos de emissão e absorção da luz, importantes na investigação das interações da radiação com a matéria
  - C) propicia um suplemento à teoria cinética do calor
  - D) implica na existência do elétron como unidade básica da matéria
  - E) rejeita a teoria de ação à distância e levanta sérias questões relativas às forças que mantêm os átomos dos corpos juntos.

82. Um feixe de luz branca, ao passar por um prisma, dispersa-se, dispondo-se as cores vermelha, amarela e azul como mostra a figura abaixo.



- A melhor explicação para este fato é que:
- A) o prisma altera a frequência da luz azul mais do que a da vermelha
- B) a luz branca é composta de três cores primárias
- C) o desvio varia com o tipo de vidro usado na confecção do prisma
- D) a luz vermelha move-se mais rapidamente dentro do vidro que a azul
- E) a difração da luz provoca espalhamento.
83. Quando dois feixes de luz branca provenientes de duas lanternas incidem num mesmo ponto não se observa figura de interferência. Isto, explicado pela teoria ondulatória da luz de Young, deve-se ao fato de que:
- A) a luz branca é composta de várias cores
- B) a figura de interferência só é produzida por feixes de luz muito finos
- C) a relação entre as fases das luzes emitidas oscilam
- D) é difícil obter fontes de mesma frequência
- E) as velocidades da luz de diferentes frequências não são iguais.
84. A quantidade que se obtém dividindo velocidade de propagação de uma onda por sua frequência é uma medida de:
- A) amplitude
- B) frequência
- C) aceleração
- D) energia
- E) comprimento de onda

85. Uma característica essencial de um movimento ondulatório é a:
- A) propagação de energia
  - B) propagação de matéria
  - C) transformação de energia
  - D) produção de energia
  - E) produção de ondas em água.
86. Em 1905, Einstein previu a possibilidade de se construir u ma bomba atômica. Sua sugestão era que:
- A) matéria e energia não se correlacionavam
  - B) ainda que houvesse correlação entre matéria e energia não se poderia converter uma na outra
  - C) matéria e energia se correlacionavam e uma poderia ser convertida na outra
  - D) ainda que energia pudesse ser obtida a partir de matéria, a quantidade de energia que se obteria seria de pouca consequência
  - E) ainda que matéria e energia fossem coisas distintas, a energia poderia ser convertida em grandes quantidades de matéria.
87. A menor porção de qualquer elemento químico que pode existir contendo as características que distinguem um elemento do outro é:
- A) o elétron
  - B) o próton
  - C) o nêutron
  - D) o átomo
  - E) a molécula.
88. O princípio subjacente à operação de uma célula fotoelétrica é:
- A) radiação pode fazer com que algumas substâncias emitam elétrons
  - B) elétrons podem ser emitidos de certas substâncias quando a altas temperaturas
  - C) um campo magnético variável produz um fluxo de elétrons
  - D) radiação pode ser reemitida a diferentes comprimentos de onda
  - E) os elétrons podem provocar emissões de radiação de certas substâncias.

89. A energia cinética máxima dos fotoelétrons emitidos de uma superfície iluminada aumenta:
- A) quando a intensidade da luz incidente aumenta
  - B) quando a intensidade da luz incidente diminui
  - C) quando a frequência da luz incidente aumenta
  - D) quando a frequência da luz incidente diminui
  - E) independentemente da frequência ou intensidade da luz incidente.
90. Geralmente supõe-se que o átomo seja:
- A) uma esfera sólida mas elástica
  - B) um núcleo positivamente carregado com um ou mais elétrons periféricos
  - C) um núcleo negativamente carregado com um ou mais elétrons periféricos
  - D) um conjunto de pósitrons e elétrons em igual número
  - E) um núcleo negativo com carga igual positiva ao redor.
91. Em 1911, Rutherford bombardeou finas folhas de ouro com partículas alfa. O experimento contribuiu para determinar:
- A) a massa do átomo
  - B) que o átomo é em sua maior parte espaço vazio, com carga positiva concentrada no centro
  - C) o número de prótons presentes no núcleo
  - D) a carga do elétron
  - E) a presença de partículas carregadas no átomo.
92. Isótopos são:
- A) átomos de mesma carga nuclear e mesma massa
  - B) átomos de diferentes cargas nucleares e de mesma massa
  - C) átomos de diferentes cargas nucleares e diferentes massas
  - D) átomos de mesma carga nuclear e diferentes massas
  - E) átomos de carga negativa.
93. O número atômico de um elemento é:
- A) o número de elétrons fora do núcleo
  - B) o número de prótons no núcleo
  - C) o número de prótons no núcleo mais o número de nêutrons
  - D) o mesmo que peso atômico
  - E) o quociente entre peso atômico e valência.

94. Planck introduziu o postulado quântico na teoria da radiação do corpo negro, para levar em conta:
- A) a descontinuidade do espectro
  - B) a interferência
  - C) a constituição da radiação, feita de pequenos pacotes de energia cada qual viajando em linha reta com grande velocidade
  - D) a liberação de elétrons pela matéria por causa da luz
  - E) a distribuição de energia no espectro do corpo negro, fenômeno que não envolve descontinuidade mas pode ser explicado quantitativamente pelo postulado.
95. A afirmação de que o átomo é como um pequeno sistema solar com um núcleo positivo no centro e circundado por elétrons carregados negativamente é:
- A) um fato científico evidente
  - B) uma teoria muito provável
  - C) uma mera suposição
  - D) um absurdo
  - E) nenhuma das afirmativas acima.
96. Uma regra geral relativa à estabilidade nuclear é que:
- A) a instabilidade aumenta com o decréscimo de carga no núcleo
  - B) os núcleos mais pesados são mais estáveis que os leves
  - C) um núcleo é mais instável quando contém mais prótons que nêutrons
  - D) as emissões de partículas alfa, beta e gama contribuem para a instabilidade nuclear
  - E) nenhuma das afirmativas acima.
97. O termo radioatividade refere-se:
- A) à atividade de dispositivos eletrônicos
  - B) à desintegração espontânea de certos núcleos atômicos
  - C) ao ganho ou perda de elétrons pelos átomos em suas órbitas mais externas
  - D) a certos elementos como o cobalto
  - E) nenhuma das afirmações acima.



98. A meia vida de uma substância radioativa é:
- A) a metade da vida da substância
  - B) em geral 50 anos
  - C) o tempo para que o rádio transforme-se em chumbo
  - D) o tempo que leva metade de um material radioativo para se desintegrar
  - E) nenhuma das respostas acima.
99. O método mais aceito para se estimar a idade da Terra é verificar:
- A) o aumento de sal nos oceanos
  - B) as mudanças radioativas na litosfera
  - C) o aumento do degelo das geleiras
  - D) a espessura e depósitos de camadas sedimentares da Terra
  - E) o esfriamento do centro da Terra.
100. Substâncias radioativas são aquelas:
- A) em que o núcleo atômico é instável
  - B) em que os elétrons orbitais estão fracamente ligados
  - C) em que o átomo ganha elétrons facilmente
  - D) que formam íons
  - E) que são quimicamente reativas.

ANEXO 4:

Ficha Individual de Acompanhamento do  
Aluno na SE (frente)

ANEXO 4: Ficha Individual de Acompanhamento do Aluno na SE

TURMA	Nº	ALUNO		
MÓDULO	INÍCIO	TÉRMINO	TESTE	OBSERVAÇÕES
1	5/5			

ANEXO 5:

Ficha Individual de Acompanhamento do  
Aluno na SE (verso)

ATIVIDADE MÓDULO	Estudou texto mimeog.	Resolveu exerc.do texto mi meograf.	Leu arti- gos (citar refer.)	Estudou em outro texto (citar)	Viu V.T.	Viu Filmes	Viu "loops"	Fez Labora- tório
1 (Eletrostá tica)								
2 (circuito)								
3 (Lei de Ampère)								
4 (Lei de Fa- raday-Lenz)								
5 Ondas								
6 (Acústica)								
7 Ótica								
8 Física Moderna								

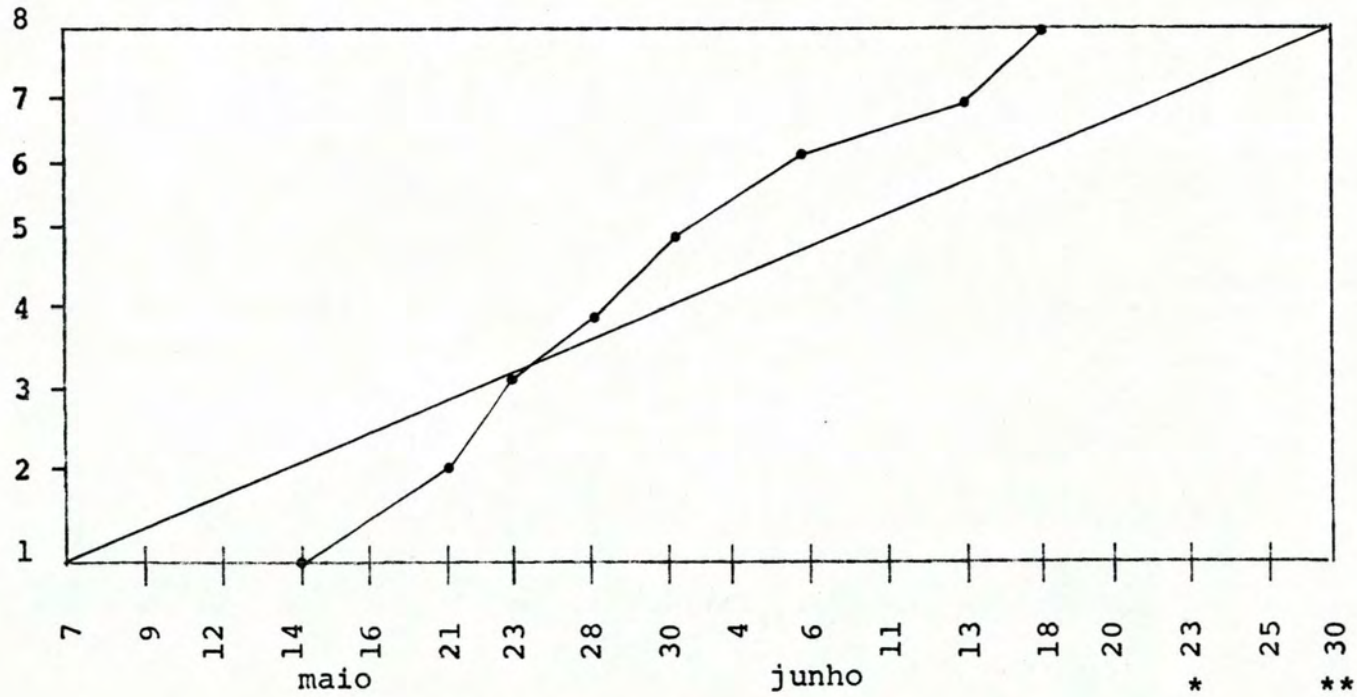
ANEXO 6:

Gráfico do Progresso do Estudante

na SE

Nome: . . . . . Turma: . . . . .

GRÁFICO DO PROGRESSO DO ESTUDANTE, apresentando o exemplo de aluno  
que concluiu os módulos até 18/6.



(Oportunidades para fazer testes)

- \* para compensar 27/6 que é dia de exame
- \*\* oportunidade extra para quem se atrasou

ANEXO 7:

Questionário de Opinião ( $\Omega_I$ )



INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS  
Departamento de Física - FIS 101

QUESTIONÁRIO - I

Data: . . . . .

Nome: . . . . . Nº de matrícula: . . . . .

Curso: . . . . .

OBSERVAÇÕES:

Este questionário faz parte de um levantamento que está sendo realizado no sentido de diagnosticar as condições gerais do aluno de FIS 101. Suas respostas não terão efeito sobre seus conceitos de avaliação nesta disciplina. Por favor, expresse sua verdadeira opinião em cada proposição.

Abaixo encontram-se 20 proposições.

Você assinalará a escala ao lado de cada uma, conforme seu juízo relativo ao enunciado da proposição:

CF - concordo fortemente

C - concordo

SO - sem opinião

D - discordo

DF - discordo fortemente

	CF	C	SO	D	DF
1. A física é uma disciplina importante para todas as carreiras da área tecnológica e biológica.					
2. Conhecer um pouco de física é desnecessário para que se possa entender a civilização atual.					
3. Gostei muito de estudar física (no último curso em que a estudei).					
4. Os assuntos de física são, em geral, desinteressantes.					
5. O estudo de física desenvolve o raciocínio.					
6. Se FIS 101 fosse optativa para meu curso, <u>não</u> me matricularia.					
7. Acho desagradável estudar <u>mecânica</u> (estática e dinâmica)					
8. Acho desagradável estudar <u>calorimetria</u> .					
9. Acho desagradável estudar <u>fluidos</u> (hidrostática e hidrodinâmica)					



ANEXO 8:

Questionário de Opinião (Q<sub>II</sub>)

INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS  
Departamento de Física - FIS 101

QUESTIONÁRIO II

Data: . . . . .

Nome: . . . . . Nº de matrícula: . . . . .

Curso: . . . . .

OBSERVAÇÕES

Este questionário faz parte de um levantamento que está sendo realizado no sentido de diagnosticar as condições gerais do aluno de FIS 101. Suas respostas não terão efeito sobre seus conceitos de avaliação nesta disciplina.

Por favor expresse sua verdadeira opinião em cada proposição.

Abaixo encontram-se 20 proposições para as quais voce deverá emitir seu julgamento. Ao lado de cada uma encontra-se uma escala, que você deverá preencher conforme seu julgamento relativo ao enunciado da proposição:

CF - concordo fortemente

C - concordo

SO - sem opinião

D - discordo

DO - discordo fortemente

As proposições assinaladas com(\*) e (\*\*) implicam também o preenchimento de uma lista no fim do questionário.

Se você quiser acrescentar algum comentário, faça-o no verso da última folha.

	CF	C	SO	D	DF
1. FIS 101 é disciplina muito necessária para meu curso.					
2. O conteúdo estudado atende às necessidades do meu curso.					
3. O conteúdo estudado foi uma repetição do que eu já sabia do secundário.					
4. Os assuntos estudados em cada unidade devem sempre que possível ser correlacionados ao curso do aluno, através de leituras opcionais na sua área de interesse.					
5. Cada aluno deve ter a oportunidade de desenvolver estudos mais profundos em assuntos de seu interesse.					
6. Através de FIS 101 adquiri uma visão clara do que é a física, quais seus conceitos, leis e princípios básicos.					

	CF	C	SO	D	DF
7. Gostaria de ter realizado mais experiências de laboratório.					
8. Gostaria que FIS 101 fosse em dois semestres.					
9. É muito mais interessante quando o aluno pode selecionar experiências de laboratório e o momento de fazê-las.					
10. Senti prazer em estudar física.					
11. Prefiro FIS 101 apresentada somente através de aulas expositivas.					
12. Prefiro FIS 101 apresentada de modo a propiciar maior participação do aluno, por exemplo, através de estudo dirigido.					
13. Quando em uma disciplina usa-se estudo dirigido, deve haver também algumas aulas expositivas por parte do professor.					
14. É interessante quando professores convidados apresentam assuntos correlatos à física e ao meu curso.					
15. Os alunos deveriam ser solicitados a dissertar sobre assuntos de física que lhes despertem interesse.					
16. Um aluno deve ter a oportunidade de recuperar cada unidade antes de passar para as seguintes.					
17.* Existem assuntos de Física que me interessariam e <u>não</u> foram abordados.					
18.** Todos os assuntos abordados em FIS 101 foram relevantes para mim e meu curso.					

19. Recomendaria este curso a um amigo.

20. Gostaria de estudar outra disciplina do Departamento de Física do Instituto de Física.

CF	C	SO	D	FD

\* Indique os assuntos não abordados.

\*\* Indique os assuntos não relevantes



ANEXO 9:

Instruções à Equipe de Trabalho da SE

INSTITUTO DE FÍSICA DA UFRGS  
Departamento de Física - FIS 101

ATRIBUIÇÕES DO PROFESSOR E MONITOR DURANTE OS  
MÓDULOS

- 1) Atender os alunos, orientando-os quando solicitados, durante:
  - a) as atividades de estudo ("quebrando galhos", sugerindo texto complementar);
  - b) as experiências de laboratório;
  - c) a assistência a loops;
  - d) a assistência a aulas V.T.;
  - e) a assistência a filmes;
  - f) a seleção e leitura de artigos.

- 2) Apresentar teste para o aluno, quando solicitado para tal.

OBS.: Existem 3 testes/módulo

Teste (nº 1)

Teste. (nº 2)

Teste: (nº 3)

Se num mesmo dia, em horas diferentes, os alunos solicitarem testes, anotar num caderno - que ficará no armário - qual o teste apresentado (nº 1, nº 2, nº 3 do módulo-X) para evitar ou diminuir a comunicação entre os alunos e para saber numa próxima vez que teste aplicar:

- para outros alunos (no mesmo dia)
- para um mesmo aluno (em outro dia) considerando a hipótese de ele repetir o módulo.

- 3) Corrigir teste e dar feedback ao aluno imediatamente após a realização do teste.

3.1 Ao corrigir o teste, perguntar ao acaso o porquê de algumas respostas certas, para verificar se houve ou não "sorte" ou "chute" ao responder.

3.2 Indagar do aluno (com 80% ou menos de 80%) quais as atividades no módulo e anotar na ficha individual do aluno.

- a) Se o aluno for reprovado (nota < 80%) aconselhar que atividades realizar e o que estudar melhor (talvez sugerir um texto específico) e anotar na ficha. Quando o aluno retornar para outro teste, indagar das atividades e anotar sempre na ficha individual.

b) Caso o aluno repita o módulo pela 3<sup>a</sup> vez, e não atingir os 80%, se ele quiser (não desistir!), deixá-lo continuar no módulo seguinte.

4) Corrigir (2) relatórios de laboratório (lembrar o aluno das datas de entrega).

5) Corrigir o trabalho escrito (lembrar o aluno da data de entrega).

ANEXO 10:

Instruções aos Alunos ao Introduzir  
a SE

INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS

Depto, de Física - FIS 101

1º semestre de 1975

I. INTRODUÇÃO À SEGUNDA FASE DO SEMESTRE (5/5 - 2/7)

Considerando que:

1. Os alunos matriculados em FIS 101 destinam-se a diferentes carreiras de interesses nem sempre comuns.
2. Os alunos matriculados em FIS 101 não possuem o mesmo nível de formação básica, apresentando em consequência ritmos diferentes na aprendizagem.
3. É impossível atender a cada aluno no sistema tradicional de aulas expositivas de grande grupo.

Resolveu-se introduzir a partir deste momento do curso - segunda fase do semestre - uma nova organização nas atividades de ensino, visando atender, tanto quanto possível, aos interesses das carreiras dos alunos e ao ritmo de trabalho de cada aluno, o mais individualmente possível. Nessas condições optou-se pelo ensino através de módulos.

Módulo é uma unidade de ensino com um conjunto de objetivos que poderão ser atingidos através de atividades que o aluno escolhe e desenvolve dentro do seu próprio ritmo.

O teste da unidade se realiza no momento em que o aluno se sente apto, devendo alcançar neste teste, no mínimo 80% de acertos; caso contrário repete o módulo.

## II. ORIENTAÇÃO GERAL

### 1. CONTEÚDOS

Os conteúdos desta fase foram divididos em oito módulos:

- Módulo 1 : Noções de Eletrostática
- Módulo 2 : Circuitos Elétricos e Lei de Ohm
- Módulo 3 : Campo Magnético e Corrente Elétrica
- Módulo 4 : Indução Eletromagnética
- Módulo 5 : Ondas
- Módulo 6 : Acústica
- Módulo 7 : Ótica
- Módulo 8 : Noções de Física Moderna

### 2. ATIVIDADES

As atividades estão discriminadas no guia de estudos que o aluno recebe em cada módulo.

Essas atividades/módulo são, basicamente:

- a) ler textos (e resolver exercícios)
- b) olhar "loops" (filmes cassete mudos de 4 minutos de duração) seguindo um roteiro (quando houver)
- c) assistir filmes (15 minutos cada)
- d) assistir aula expositiva em vídeo-tape (de 15 a 30 minutos cada)

OBS.1 : Para os filmes e V.T, haverá um calendário afixado em aula.

- e) realizar experiências de laboratório e/ou observar experiências demonstrativas
- f) ler artigos relativos ao módulo

OBS.2 : Para consulta em aula, ficará à disposição 1 exemplar de cada artigo. Os artigos de interesse do aluno poderão ser adquiridos a Cr\$ 0,70 a folha na Biblioteca de periódicos do Instituto de Física (andar térreo).

Existem pois, atividades como a) e f) que poderão ser realizadas fora de aula e outras que só poderão ser realizadas em aula (as restantes).

### 3. DURAÇÃO DOS ESTUDO/MÓDULO

Cada módulo deverá ser vencido, em média, em uma semana, pois temos oito semanas de aula e oito módulos. É claro, considerando o critério de ritmo próprio, um aluno poderá estudar um módulo mais rapidamente que outro, isto é, poderá estudar um módulo em meia semana e outro em uma semana e meia.

### 4. AVALIAÇÃO

#### 4.1 Avaliação/módulo

A avaliação por módulo será feita através de testes, que o aluno responderá quando se sentir apto, devendo obter, no mínimo, 80% de acertos, caso contrário deverá reestudar o módulo e responder a outro teste, em outra oportunidade até atingir a performance esperada.

Um aluno só poderá seguir para um módulo seguinte se aprovado no módulo anterior com o critério de 80%.

#### 4.2 Avaliação geral desta fase do semestre.

A avaliação global desta fase será feita através de testes, relatórios de experiências de laboratório e de um trabalho escrito.

##### a) Testes

Serão realizados oito testes: um / módulo.

##### b) Relatórios de Laboratório

Cada aluno poderá realizar quatro experiências no laboratório:

- Resistências (módulo 2)
- Campo Magnético de Corrente Elétrica (relativa ao módulo 3)
- Determinação da velocidade do som no ar (módulo 6)
- Uma experiência de Ótica (módulo 7)

Estas experiências poderão ser realizadas em grupos de 2 a 4 alunos ou individualmente.

Cada aluno deverá entregar dois (2) relatórios de laboratório, relativos a duas das experiências, sendo um de Eletricidade e outro de Ótica ou Acústica.

### c) Trabalho Escrito

Visando estimular o aluno a estabelecer a associação dos conteúdos de física com os conteúdos de interesse de sua carreira, cada aluno deverá escrever um "trabalho" correspondente a 2 até 5 folhas datilografadas em espaço dois (2).

No final desta exposição estão sugeridos alguns tópicos referentes ao trabalho escrito. Cada aluno é livre no entanto, para escolher outro tópico (talvez sugerido por um professor do seu curso).

Se for do interesse do aluno, o trabalho poderá estar vinculado a um assunto prático que o aluno poderá fazer nos Departamentos nos quais realiza os estudos de sua área de interesse (Farmácia, Geografia, etc).

Para este tipo de trabalho deverá haver uma descrição do experimento e da fundamentação teórica, a qual deverá estar relacionada com os conteúdos em estudo nesta fase do semestre. Referências bibliográficas deverão ser anexadas.

### 4.3 Avaliação final do Curso

1ª nota (conceito) - média obtida nos trabalhos (testes) da 1ª fase do semestre

2ª nota (conceito) - exame 1

3ª nota (conceito) - média obtida nos trabalhos da segunda fase do semestre, com:

- Testes (60% da nota)
- Relatórios de Laboratórios (20% da nota)
- Trabalho escrito (20% da nota)

4ª nota (conceito) - exame 2

O conceito final de aprovação (A, B ou C, com C maior ou igual a 60%), será a média aritmética das 4 notas (conceitos) acima especificados.

## 5. OBSERVAÇÕES

5.1 Para o aluno que não completar todos os módulos até o final do semestre, far-se-á a média/8 dos testes dos módulos completados.

A situação de cada aluno será examinada, de modo particular, tendo em vista os resultados alcançados ao longo de cada módulo.



5.2 Para que os alunos desenvolvam suas atividades em aula, sem congestionamento, cada turma será dividida em dois grupos: turma-1, alunos de nº ímpar na lista de chamada e turma-2, alunos de nº par na lista de chamada, cumprindo as atividades conforme planilha anexa.

5.3 Os filmes e as aulas em V.T. de um dado módulo, serão apresentados em uma única semana:

- 1ª semana (5/5 a 9/5) - módulo 1
- 2ª semana (12/5 a 16/5) - módulo 2
- 3ª semana (19/5 a 23/5) - módulo 3
- 4ª semana (26/5 a 30/5) - módulo 4
- 5ª semana (3/6 a 7/6) - módulo 5
- 6ª semana (10/6 a 17/6) - módulo 6
- 7ª semana (17/6 a 21/6) - módulo 7
- 8ª semana (24/6 a 28/6) - módulo 8

5.4 Data de entrega dos relatórios e do trabalho escrito:

- Relatório Eletrecidade: até 30/5
- Relatório Ótica ou Acústica: até 21/6
- Trabalho escrito: até 25/6

NOTA: Este planejamento fica sujeito às eventuais modificações que, no decorrer da experiência, se mostrarem necessárias.

#### Tópicos sugeridos para os trabalhos escritos

1. Métodos eletroquímicos em análise de solos
  2. Impulsos elétricos no corpo humano (nervos, ondas cerebrais, etc)
  3. Efeitos elétricos nas plantas (corrente elétrica e o crescimento da planta)
  4. Holografia Acústica
  5. A Física dos instrumentos musicais (ondas, som e ressonância)
  6. A Física do olho
  7. A Física do ouvido
  8. Ultrasons, produção e aplicações
  9. Terapia física (tratamento com radiação, etc)
  10. Luz e Vida (influência da luz visível nos processos biológicos, fotossíntese, bioluminescência, etc)
  11. Absorção de cor (mistura de cores, etc)
  12. Física e Sociedade
  13. Efeitos da radiação (na vida marítima, nos tecidos vivos, etc)
  14. Tecnologia e Humanismo
- etc, etc.

FIS 101: FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES DA 2a. FASE DO SEMESTRE

2a.feira				4a. feira				6a.feira			
Hora	Turma	sala	Atividade	Hora	Turma	sala	Atividade	Hora	Turma	sala	Atividade
7:30-8:30	A-1	201	Aula V.T. e Filmes					7:30-8:30	A-1	207	Aula V.T. e Filmes
8:30-9:30	A-2	201						8:30-9:30	A-2	207	
7:30-9:30	A-2	208	Estudo,loops Lab.,teste	7:30-8:30	A-1	208	Estudo,loops Lab.,testes	7:30-8:30	A-2	206	Estudo,loops Lab.,testes
8:30-9:30	A-1	208		8:30-9:30	A-2	208		8:30-9:30	A-1	206	
10:30-11:30	B-1	201	Aula V.T. e					10:30-11:30	B-1	207	Aula V.T. e
11:30-12:30	B-2	201	Filmes					11:30-12:30	B-2	207	Filmes
10:30-11:30	B-2	208	Estudo,loops Lab.,testes	10:30-11:30	B-1	208	Estudo,loops Lab.,testes	10:30-11:30	B-2	206	Estudo,loops Lab.,testes
11:30-12:30	B-1	208		11:30-12:30	B-2	208		11:30-12:30	B-1	206	

## 2a.feira

## 4a.feira

## 6a.feira

2a.feira				4a.feira				6a.feira			
Hora	Turma	sala	Atividade	Hora	Turma	sala	Atividade	Hora	Turma	sala	Atividade
13:30-14:30	C-1	201	Aula V.T, e					13:30-14:30	C-1	207	Aula V.T. e
14:30-15:30	C-2	201	Filmes					14:30-15:30	C-2	207	Filmes
13:30-14:30	C-2	208	Estudo,loops	13:30-14:30	C-1	208	Estudo,	13:30-14:30	C-2	208	Estudo,loops
14:30-15:30	C-1	208	Lab.,testes	14:30-15:30	C-2	208	loops,Lab., testes	14:30-15:30	C-1	208	Lab.,testes
16:30-17:30	D-1	201	Aula V.T. e					16:30-17:30	D-1	207	Aula V.T. e
17:30-18:30	D-2	201	Filmes					17:30-18:30	D-2	207	Filmes
16:30-17:30	D-2	208	Estudo,loops	16:30-17:30	D-1	208	Estudo,	16:30-17:30	D-2	208	Estudo,loops,
17:30-18:30	D-1	208	Lab.,testes	17:30-18:30	D-2	208	loops,Lab., testes	17:30-18:30	D-1	208	Lab.,testes

ANEXO 11:

Comunicação aos Alunos

(Complemento do Anexo 10)

INSTITUTO DE FÍSICA - UFRGS  
Departamento de Física - FIS 101  
1º semestre 1975 - (FASE-MÓDULO)

NOTIFICAÇÃO: (16/5/75)

- PARA DAR MELHOR ATENDIMENTO AOS ALUNOS DURANTE SEUS ESTUDOS EM AULA;
- PARA PROPICIAR UM AMBIENTE DE MAIOR TRANQUILIDADE DURANTE OS TESTES, PARA PROFESSORES, MONITORES E ALUNOS.

RESOLVEU-SE, A PARTIR DE 6<sup>a</sup>f. 16/5/75,

- 1º - DEIXAR A SALA 208 OU 206 EXCLUSIVAMENTE PARA ESTUDO, LOOPS, LAB., V.T., USANDO-AS CADA GRUPO (PAR OU IMPAR) CONFORME SUA FAIXA HORÁRIA, PARA MELHOR ATENDIMENTO.
- 2º - USAR UMA SALA SÓ PARA TESTES (SALA 705 DA ENGENHARIA) REALIZANDO-SE ESTES APENAS ÀS 4<sup>a</sup>f e 6<sup>a</sup>f CONFORME A FAIXA HORÁRIA DE CADA GRUPO, CONSTANTE NO FLUXOGRAMA ANTERIORMENTE DISTRIBUIDO.

---

OBSERVAÇÃO: O EXAME-2 DE 2/7 FOI TRANSFERIDO PARA 27/6 - 6<sup>a</sup> feira.

ANEXO 12:

Folha de Rosto do Pós-teste da SC

I N S T R U Ç Õ E S

- I. O presente teste tem a finalidade de diagnosticar o quanto você aprendeu de Física no 1º bimestre. Responda os ítems com a máxima tranquilidade e honestidade (não olhe a resposta do colega vizinho e nem "chute" uma resposta). Responda tão somente quando se sentir absolutamente confiante na resposta.
- II. Cada ítem admite apenas uma resposta correta.
- III. Não ponha nome e nem escreva coisa alguma no caderno de testes, pois você deverá devolvê-lo com a folha de respostas, ao final do teste.
- IV. Preencha apenas a folha de respostas, conforme exemplo que segue:

0. Porto Alegre é:

- A. uma ilha  
 B. um país  
 C. uma cidade  
 D. um rio  
 E. um estado

	A	B	C	D	E
0.			X		

- V. Você dispõe de cerca de 60 minutos para responder aos 55 ítems do teste. Não se detenha demasiadamente num determinado ítem. Leia-o com atenção e, se não souber respondê-lo, passe para o ítem seguinte. Depois de responder ao último ítem, volte aos ítems que deixou para trás e revise suas respostas, se dispuser de tempo.

ANEXO 13:

Folha de Rosto do Pós-teste da SE



I N S T R U Ç Õ E S

- I. O presente teste tem a finalidade de diagnosticar o quanto você aprendeu de Física no 2º bimestre. Responda aos ítems com a máxima tranquilidade e honestidade (não olhe a resposta do colega vizinho e nem "chute" uma resposta). Responda tão somente quando se sentir absolutamente confiante na resposta.
- II. Cada ítem admite apenas uma resposta correta.
- III. Não ponha nome e nem escreva coisa alguma no caderno de testes, pois você deverá devolvê-lo com a folha de respostas, ao final do teste.
- IV. Preencha apenas a folha de respostas, conforme exemplo que segue:
0. Porto Alegre é:
- A. uma ilha  
 B. um país  
 C. uma cidade  
 D. um rio  
 E. um estado
0. 

A	B	C	D	E
		X		
- V. Você dispõe de 50 minutos para responder aos 45 ítems do teste. Não se detenha demasiadamente num determinado ítem. Leia-o com atenção e, se não souber respondê-lo, passe para o ítem seguinte. Depois de responder ao último ítem, volte aos ítems que deixou para trás e revise suas respostas, se dispuser de tempo.

ANEXO 14:

Teste-t

Teste-t

O teste-t empregado na análise dos resultados do presente trabalho envolveu comparação entre amostras correlacionadas - mesmos sujeitos em situações diferentes - e amostras não correlacionadas - comparações entre sexos, entre cursos, entre turmas, ou seja, entre sujeitos diferentes em mesma situação.

Assim, segundo Minium (1970, cap. 16, p.282) tem-se:

$$t = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{s_{\bar{X}-\bar{Y}}} \quad (1)$$

onde:  $\bar{X}$  - média dos escores de um grupo<sub>1</sub> de sujeitos  
 $\bar{Y}$  - média dos escores de um grupo<sub>2</sub> de sujeitos.

$$s_{\bar{X}-\bar{Y}} = \sqrt{s_{\bar{X}}^2 + s_{\bar{Y}}^2 - 2r_{XY} s_{\bar{X}} s_{\bar{Y}}} \quad (2)$$

para  $s_{\bar{X}} = \frac{S_X}{\sqrt{N_1-1}}$ , com  $S_X$  desvio padrão de  $\bar{X}$  e  $N_1$  nº de elementos do grupo<sub>1</sub>.

$s_{\bar{Y}} = \frac{S_Y}{\sqrt{N_2-1}}$ , com  $S_Y$  desvio padrão de  $\bar{Y}$  e  $N_2$  nº de elementos do grupo<sub>2</sub>,

tal que:

- 1) Se os grupos são correlacionados,  $r_{XY}$ , fator de correlação será  $\neq 0$  e  $N_1 = N_2 = N$ .
- 2) se os grupos não são correlacionados,  $r_{XY} = 0$  e  $N_1 \neq N_2$ ,

sendo:

$$r_{XY} = \frac{N \sum X_i Y_i - (\sum X_i) (\sum Y_i)}{(\sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}) (\sqrt{N \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2})}$$

com:  $X_i$  escores do grupo<sub>1</sub> e  $i = 1, 2, \dots, N$   
 $Y_i$  escores do grupo<sub>2</sub> e  $i = 1, 2, \dots, N$

ANEXO 15:

Programa de Computador

Programa de Computador para Calcular o  
 Teste-t entre Médias Correlacionadas e  
 Não-correlacionadas

```

0001  FTN
0002  PROGRAM BZ000
0003  DIMENSION X(200),Y(200)
0004  WRITE(1,10)
0005  10 FORMAT("ESCREVA O NUMERO",/,
0006  C      "0 ==> SE O BARATO FOR DEPENDENTE",/,
0007  C      "1 ==> SE FOR INDEPENDENTE")
0008  READ(1,*)MODE
0009  IF(MODE)50,20,50
0010  20 WRITE(1,30)
0011  30 FORMAT("CARREGUE OS DADOS (X E Y)",/,
0012  C      "ESCREVA O NUMERO DE PONTOS E RELAXE")
0013  READ(1,*)N
0014  N1=N
0015  N2=N

```

```

0016 CALL CALC(X,Y,N1,N2,SOMX,SOMY,SX,SY,SOMXX,SOMYY,
0017 C ERROX,ERROY,ERRX2,ERRY2,XMED,YMED)
0018 SXY=0.0
0019 DO 40 I=1,N
0020 40 SXY=SXY+X(I)*Y(I)
0021 A=N*SXY-SOMX*SOMY
0022 B=SQRT(N*SOMXX-SOMX**2)*SQRT(N*SOMYY-SOMY**2)
0023 RXY=A/B
0024 ES=SQRT(ERROX2+ERROY2-2.0*RXY*ERROX*ERROY)
0025 T=(XMED-YMED)/ES
0026 CALL SAIDA(N1,N2,XMED,YMED,SX,SY,RXY,T)
0027 GO TO 70
0028 50 WRITE(1,60)
0029 60 FORMAT("CARREGUE OS DADOS (X E Y)",/,
0030 C "ESCREVA O NUMERO DE PONTOS DE X E",/,
0031 C "O NUMERO DE PONTOS DE Y. RELAXE.")
0032 READ(1,*)N1,N2
0033 CALL CALC(X,Y,N1,N2,SOMX,SOMY,SX,SY,SOMXX,SOMYY,
0034 C ERROX,ERROY,ERRX2,ERRY2,XMED,YMED)
0035 ES=SQRT(ERROX2+ERROY2)
0036 T=(XMED-YMED)/ES
0037 RXY=0.0
0038 CALL SAIDA(N1,N2,XMED,YMED,SX,SY,RXY,T)
0039 70 CONTINUE
0040 CALL PLOT(X,Y,N1,N2)
0041 END
0042 SUBROUTINE CALC(X,Y,N1,N2,SOMX,SOMY,SX,SY,SOMXX,SOMYY,
0043 C ERROX,ERROY,ERRX2,ERRY2,XMED,YMED)
0044 DIMENSION X(1),Y(1)
0045 CALL SCLIN(X,N1,11)
0046 CALL SCLIN(Y,N2,11)
0047 SOMX=0.0
0048 SOMY=0.0
0049 SOMXX=0.0
0050 SOMYY=0.0
0051 DO 15 I=1,N1
0052 SOMX=SOMX+X(I)
0053 15 SOMXX=SOMXX+X(I)**2
0054 DO 25 I=1,N2
0055 SOMY=SOMY+Y(I)
0056 25 SOMYY=SOMYY+Y(I)**2
0057 XMED=SOMX/N1
0058 YMED=SOMY/N2
0059 SX=SQRT(N1*SOMXX-SOMX**2)/N1
0060 SY=SQRT(N2*SOMYY-SOMY**2)/N2
0061 ERROX=SX/SQRT(FLOAT(N1-1))
0062 ERROY=SY/SQRT(FLOAT(N2-1))
0063 ERROX2=ERROX**2
0064 ERROY2=ERROY**2
0065 RETURN
0066 END
0067 SUBROUTINE SAIDA(N1,N2,XMED,YMED,SX,SY,RXY,T)
0068 WRITE(11,111)
0069 111 FORMAT(///,1X,"PRIMEIRO GRUPO:")
0070 WRITE(11,222)N1,XMED,SX
0071 222 FORMAT(/,1X,"NUMERO DE ALUNOS:",I4,/,
0072 C 1X,"MEDIA DOS SCORES:",F6.2,/,
0073 C 1X,"DESVIO PADRAO:",F8.4)
0074 WRITE(11,333)
0075 333 FORMAT(///,1X,"SEGUNDO GRUPO:")

```

```

0076      WRITE(11,222)N2,YMED,SY
0077      WRITE(11,444)RXY,T
0078 444  FORMAT(///,1X,"COEFICIENTE DE CORRELACAO:",F14.7,/,
0079 C      1X,"TESTE = T=",F14.7,///)
0080      RETURN
0081      END
0082      SUBROUTINE PLOT(X,Y,N1,N2)
0083      DIMENSION X(1),Y(1),NXX(101),NYY(101)
0084      DO 11 I=1,101
0085      NXX(I)=0
0086 11  NYY(I)=0
0087      DO 22 I=1,N1
0088      IX=IFIX(X(I))+1
0089 22  NXX(IX)=NXX(IX)+1
0090      DO 33 I=1,N2
0091      IY=IFIX(Y(I))+1
0092 33  NYY(IY)=NYY(IY)+1
0093      CALL DISPL(NXX,101,0,NYY,101,0,MK1,MK2)
0094      WRITE(11,44)
0095 44  FORMAT(6X,"PRIMEIRO GRUPO",19X,"SEGUNDO GRUPO",/)
0096      DO 88 I=1,101
0097      J=I-1
0098      IF(NXX(I))66,55,66
0099 55  IF(NYY(I))66,88,66
0100 66  WRITE(11,77)NXX(I),J,NYY(I),J
0101 77  FORMAT(2X,I3,1X,"ALUNOS COM NOTA",1X,I3,10X,
0102 C      I3,1X,"ALUNOS COM NOTA",1X,I3)
0103 88  CONTINUE
0104      RETURN
0105      END
0106      ENDS
**** LIST END ****

```

ANEXO 16:

Quadro Comparativo de Aprovações nos  
Semestres 1/74 e 1/75



FIS 101 - 1º semestre de 1974 (Ensino Convencional de aulas expositivas)

Curso	Matrículas	Desistências	Diferença	Aprovados	Reprovados	Índice de Aprovação	Índice de Desistências
09 Agronomia	13	-	13	6	7	46,2%	-
13 Geografia	18	3	15	2	13	13,3%	16,7%
18 Arquitetura	64	2	62	50	12	80,6%	3,1%
40 Farmácia	86	4	82	73	9	89,0%	4,7%
46 C.Biológicas	28	-	28	18	10	64,3%	-
Outros	3	1	2	-	2	0,0%	33,3%
<b>TOTAL</b>	<b>212</b>	<b>10</b>	<b>202</b>	<b>149</b>	<b>53</b>	<b>73,8%</b>	<b>4,7%</b>

FIS 101 - 1º semestre de 1975

Curso	Matrículas	Canc./Desist.	Diferença	Aprovados	Reprovados	Índice de Aprovação	Índice de Desistências
09 Agronomia	16	5	11	11	-	100%	31,2%
13 Geografia	17	11	6	3	3	50%	64,7%
18 Arquitetura	65	11	54	48	6	88,8%	16,9%
40 Farmácia	85	13	72	72	-	100%	15,2%
46 C.Biológicas	11	4	7	7	-	100%	36,3%
Outros	7	2	5	4	1	80%	28,6%
<b>TOTAL</b>	<b>201</b>	<b>46</b>	<b>155</b>	<b>145</b>	<b>10</b>	<b>93,5%</b>	<b>22,8%</b>

OBS.: 8 primeiras semanas - método tradicional de aulas expositivas e práticas  
 8 últimas semanas- ensino através de módulos, para todas as turmas.