

1358

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA - FACULDADE DE EDUCAÇÃO

*Fuad Daher Saad*  
*1358*  
*e.d.*

ANÁLISE DO PROJETO FAI - UMA PROPOSTA DE UM CURSO  
DE FÍSICA AUTO-INSTRUTIVO PARA O 2º GRAU



Dissertação de Mestrado em  
Ensino de Ciências (Modali-  
dade - Física)

Fuad Daher Saad

SBI-IFUSP



SÃO PAULO

1 9 7 7

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ivan Cunha Nascimento, orientador deste trabalho, pelas frutíferas discussões, sugestões e ampla liberdade em sua elaboração.

A todos que, de forma direta ou indireta, colaboraram para a concretização deste trabalho.

## R E S U M O

O presente trabalho relata uma experiência iniciada em 1970, no campo do ensino de Física para estudantes do 2º Grau, a través da elaboração e utilização do Projeto de Ensino FAI (Física Auto-Instrutivo) - cujo objetivo foi verificar a viabilidade da utilização de um sistema auto-instrutivo, baseado nos princípios da tecnologia educacional.

É feita uma análise sumária das condições de ensino reinantes na maioria de nossas escolas de 2º Grau, em seus múltiplos aspectos: textos utilizados, métodos de ensino, professor, aluno, programas e recursos materiais. Enfatiza-se a necessidade de se utilizar métodos de ensino ativos nos quais o aluno e não o professor ocupe o centro do sistema educacional.

O Projeto FAI, elaborado por uma equipe de professores reunidos sob a sigla GETEF - Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física e do qual o autor é coordenador, é descrito, bem como seus objetivos, forma de elaboração e utilização. Discute-se o papel do Laboratório, problemas referentes ao ensino da Física e a Lei nº 5.692/71, sendo também levantadas algumas questões com relação à utilização do ensino programado. São feitas algumas considerações acerca do papel desempenhado pelos projetos de ensino e problemas ligados às inovações no campo educacional.

Apresentam-se alguns resultados obtidos em termos da aceitação do Projeto FAI em si e também em relação à utilização do método auto-instrutivo e sua repercussão em outras áreas. Finalmente, destaca-se a importância do envolvimento de físicos no campo da pesquisa em ensino e a contribuição que poderão emprestar através da elaboração de recursos instrucionais, fundamentados em princípios científicos e tecnológicos.

## ABSTRACT

This work describes an experiment beginning in 1970 in the field of physics teaching for second grade students, through the elaboration and utilization of the "Teaching Project FAI" (auto-instructive physics) being its purpose to verify the viability of the utilization of an auto-instructive system, based on educational technology principles.

A succinct analysis is made of teaching conditions found in the majority of the second grade schools and its aspects: text used, teaching methods, teacher, student, programs and equipments. It is emphasized the necessity of using active teaching methods - in which the student and not the teacher holds the center of the educational system.

The FAI project developed by a group of teachers constituting the GETEF - Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física - whose coordinator is the author himself is described including its aims, utilization and working up form. The function of the laboratory, the problems connected with the teaching of Physics and the Law nº 5.692/71, as well as some questions related to the programmed teaching utilization, are also discussed. Considerations concerning the role fulfilled by the teaching projects and the problems germane to the changes in the educational field are presented.

Some results obtained in terms of acceptance of the Project FAI are shown, and also in relation to the utilization of the auto-instructive method and its repercussion in other areas. Finally, it is detached the importance of the involvement of physicists in the field of physics teaching and the contributions they could lend through the elaboration of instructional aids, fundamented in scientific and technological principles.

Í N D I C E

INTRODUÇÃO ..... 1

CAPÍTULO 1 PROJETO FAI: ANTECEDENTES..... 8

    1.1 Nossas Escolas ..... 9

    1.2 Uma Escola Média Típica em nosso país .... 10

        1.2.1 A Escola; 1.2.2 O Professor; 1.2.3 O Aluno; 1.2.4 O Programa ..... 10

    1.3 Nossa Proposta ..... 15

CAPÍTULO 2 O PROJETO FAI ..... 19

    2.1 Introdução ..... 20

    2.2 Propósitos Básicos ..... 25

    2.3 Estruturação ..... 25

        2.3.1 Estudo das Condições e Pré-Requisi-  
tos; 2.3.2 Objetivo do Projeto; 2.3.3 Con-  
teúdo Programático; 2.3.3.1 Metodologia;  
2.3.4 Objetivos Instrucionais; 2.3.5 Meios  
Instrucionais; 2.3.5.1 Texto Auto-Instruti-  
vo; 2.3.5.2 Etapas para a Elaboração de um  
Programa; 2.3.5.3 Como Elaborar um Texto -  
Programado; 2.3.6 O Laboratório; 2.3.6.1 -  
As Contribuições do Projeto FAI para as A-  
tividades Experimentais; 2.3.6.2 Como Uti-  
lizar os Recursos de Laboratório Juntamen-  
te com o Texto Auto-Instrutivo; 2.3.7 Re-  
cursos Audio-Visuais; 2.3.8 Textos Históri-  
cos ..... 25

    2.4 Como Utilizar o Projeto ..... 68

        2.4.1 Como Transcorre uma Aula Normal;  
2.4.2 O tempo de uma Aula; 2.4.3 Como Re-  
gistrar os Desempenhos dos Alunos; 2.4.4  
Algumas Considerações sobre Auto-Instru-  
ção; 2.4.5 Como Definir a Nota Final .... 69

2.5	Em que o Projeto FAI Difere dos Demais Cursos de Física Desenvolvidos e Utilizados em nosso País? .....	73
CAPÍTULO 3	RESULTADOS E CONCLUSÕES	74
3.1	O Projeto FAI nas Escolas de 2º Grau .....	75
3.2	Algumas Considerações a Respeito do Processo de Avaliação .....	82
3.3	A Repercussão do Projeto FAI em outras Áreas de Ensino .....	89
3.4	Considerações acerca de Inovações no Campo da Educação .....	90
3.5	Algumas Questões Levantadas com Relação à Utilização da Instrução Programada .....	94
3.6	O Ensino de Física e a Lei de Diretrizes e Bases para o Ensino de 1º e 2º Graus nº 5692/71 .....	100
CONCLUSÕES	.....	103
ANEXO 1	.....	106
ANEXO 2	.....	114
ANEXO 3	.....	120
ANEXO 4	.....	123
ANEXO 5	.....	126
ANEXO 6	.....	140
ANEXO 7	.....	141
ANEXO 8	.....	142
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	.....	144

## INTRODUÇÃO

A importância das obras didáticas para o ensino, em todos os níveis, tem-se agigantado nas últimas décadas graças a uma multiplicidade de problemas ligados basicamente à moderna crise educacional, dentre os quais salientamos o crescimento da população estudantil e a diversidade de métodos de ensino que foram e estão sendo desenvolvidos. A insatisfação que muitas vezes se verifica com a forma pela qual o ensino é conduzido e pelos resultados considerados frequentemente pouco satisfatórios, é muitas vezes traduzida pela elaboração de textos que objetivam uma melhoria do processo ensino-aprendizagem.

No que diz respeito às obras didáticas de Física para o 2º Grau, elaboradas em nosso país, a partir de 1945, nossas análises (Anexo 1), detetaram inúmeras características comuns dentre as quais destacamos:

- A ordem de apresentação dos conteúdos - com pequenas variações - é basicamente a mesma;

- A elaboração dos conteúdos é feita tendo como pressuposto sua prévia apresentação por um professor;

- A estruturação das obras não se baseia em métodos ou modelos instrucionais, ou mesmo, num enfoque tecnológico de ensino. Os autores são levados, basicamente, pela intuição e exemplos de outras obras similares consideradas, por eles, adequadas;

- Pequena ênfase é dedicada à parte experimental;

- Significativo número de obras elaboradas com o objetivo único de preparar o aluno para o ingresso às universidades. É interessante observar o considerável número de publicações contendo questões de vestibulares passados e outras cujo ca

ráter é basicamente o mesmo: treinar o aluno a resolver questões para os exames vestibulares.

É importante destacar que o número de obras para o ensino de Física - 2º Grau, elaboradas em nosso país, até a década de 70, que tiveram razoável aceitação junto aos professores, não é elevado e coexiste com as apostilas elaboradas para os cursos preparatórios aos exames vestibulares. Em qualquer caso, não se observa nenhuma preocupação com os aspectos metodológicos ligados ao ensino desta ciência. Além do mais, deve-se destacar o fato de que significativa parcela dos professores não utilizavam quaisquer tipo de textos em seus cursos - situação que também se observa presentemente.

A crise educacional moderna, atingindo todos os setores de ensino, levou muitos educadores a pesquisarem formas alternativas, apoiadas em fundamentos científicos e tecnológicos para elaborar novos textos e materiais instrucionais diversos. A literatura especializada registra inúmeros intentos, já realizados em outros países, com tais propósitos nas últimas décadas. No Brasil, de uma forma concreta, registramos as primeiras preocupações com os aspectos mais científicos do ensino da Física, através da elaboração do Projeto Piloto de Ensino de Física (1), desenvolvido em 1963-1964, sob os auspícios da UNESCO e com a colaboração de várias entidades, entre elas o Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Conforme registra Pfromm (2) "... surge o primeiro texto programado escrito no Brasil: Física da Luz" e prossegue, descrevendo o referido projeto: "É igualmente preparado material experimental (kits), a ser utilizado juntamente com o texto programado o que representa a primeira tentativa no mundo de utilização de kits conjugados com textos programados e loops no ensino de Física".

Através do Projeto Piloto introduziu-se, efetiva-

mente, a Tecnologia do Ensino em nosso país, visto ser a preocupação central dos responsáveis pelo referido projeto a utilização de métodos modernos e novas técnicas de ensino, até então, não utilizadas em nosso meio educacional. Embora, devido a vários fatores, sua repercussão entre nós tenha sido modesta, limitada a poucas experiências concretas, constituiu-se em marco para estudos e ponto de partida para outras iniciativas, como o Projeto FAI - Física Auto-Instrutivo, objeto da presente monografia.

Em 1964 é introduzido nas escolas de 2º Grau de nosso país o "Physical Science Study Committee" (PSSC) (3), curso de introdução à física, elaborado por um grupo de professores de física, de nível universitário e médio, além de especialistas pertencentes a vários campos do conhecimento. Tal projeto teve início em 1956 e se estendeu por mais de 4 anos, para sua conclusão.

O curso de Física baseado no PSSC apresenta algumas características inéditas, entre nós, para o ensino desta ciência:

- Elaborado por uma equipe de especialistas, no qual a Física não é apresentada como um simples conjunto de fatos, mas basicamente como um processo em evolução, por meio do qual os homens procuram compreender a natureza do mundo físico (4), objetivando através deste curso aumentar o interesse do estudante norte-americano pelo estudo desta ciência;

- Ênfase na parte experimental - cada texto apresenta um guia de laboratório, estreitamente correlacionado com conjuntos de aparelhos modernos e baratos;

- Ruptura com as clássicas formas de apresentação, estruturação e desenvolvimento dos conteúdos;

- Ênfase nos conceitos físicos e preocupação não excessiva com os cálculos considerados não essenciais;

- Edições preliminares, previamente testadas, para se verificar a validade do curso, bem como para se introduzir as alterações julgadas pertinentes;

- Elaboração de manuais para o Professor para melhor facilitar sua utilização;

- Utilização de um sistema de multi-meios para se atingir os objetivos desejados (filmes, "loops", textos, material experimental, leituras complementares, testes padronizados, etc.).

O impacto do PSSC foi considerável, fazendo com que profissionais que estavam direta ou indiretamente ligados ao ensino ou investigação no campo do ensino da Física, passassem a considerar os múltiplos aspectos existentes neste novo enfoque. Entretanto, a sua aceitação, tendo em vista nossa realidade sócio-cultural, encontrou inúmeros obstáculos, tornando-se oportuno lembrar as advertências de Costa (5): "As tentativas de transferência direta ou adaptação de inovações produzidas nos países desenvolvidos inibem a necessidade de investigação autônoma realizada por especialistas locais trabalhando em harmonia com as condições econômicas, sociais e culturais de seus países. Nestas circunstâncias somente a investigação poderá apontar as soluções mais convenientes".

Dentro de nosso contexto educacional, consideramos não somente válido, como oportuno, que físicos, convencidos da necessidade do ensino desta ciência para nossa juventude, passem a se dedicar, também, ao estudo das bases teóricas dos processos de aprendizagem, fundamentados nas mais diversas correntes e modelos, bem como assimilem os princípios da Tecnologia da Educação. Assim estariam à altura de propor modelos, esquemas ou si-

tuações que de alguma forma possam contribuir para melhorar o ensino da Física, a fim de torná-lo mais eficiente e adequado às nossas condições. Dentro desta perspectiva, o físico poderá contribuir para a produção de materiais instrucionais, que possam colaborar para o aprendizado da Física, os quais para serem considerados válidos devem ser testados dentro de um enfoque mais científico e tecnológico da educação.

Este é o sentido de nossa proposição: Da análise de nossas condições gerais, do estudo dos princípios básicos das teorias instrucionais e dos fundamentos da Tecnologia da Educação, elaborou-se um projeto de ensino: FAI - Física Auto-Instrutivo, para responder ou procurar corresponder às exigências do ensino desta ciência para alunos do 2º Grau. Escolheu-se o método auto-instrutivo, visto considerarmos a participação ativa do aluno no processo ensino-aprendizagem fundamental, e entendermos ser o professor, elemento vital em qualquer sistema de ensino, - mais um diretor de aprendizagem do que apenas um transmissor de informações. Dentro deste enfoque o professor torna-se um orientador e programador de melhores situações de aprendizagem. Projetaram-se também instrumentais de laboratório para serem confeccionados com materiais de fácil obtenção e para a utilização em condições nem sempre favoráveis, visto a precariedade da maioria de nossas instalações escolares e o pequeno poder aquisitivo de parcela considerável de nossa população estudantil. Integram também o projeto, recursos audio-visuais e textos históricos.

A utilização do Projeto FAI tem como pressuposto situar o aluno e não o professor como centro do sistema, e projetar todos os elementos necessários aos objetivos previstos, para interagirem diretamente com o aluno - daí a denominação auto-instrutivo - o aluno é o agente de sua própria instrução. Desta forma propomos uma abordagem mais tecnológica para o ensino da Física.

ca, uma vez que acreditamos que somente uma atitude científica frente a uma problemática educacional, poderá indicar, senão soluções definitivas, pelo menos medidas mais consequentes a fim de prover o ensino de elementos necessários para adequá-lo às atuais exigências sociais.

Torna-se necessário deixarmos de lado as improvisações e o chamado "bom senso" para se conduzir o processo educacional, pois, conforme lembra Descartes (6): "O bom senso é coisa do mundo melhor partilhada, pois cada qual pensa estar tão bem provido dele, que mesmo os que são mais difíceis de se contentar em qualquer outra coisa, não costumam desejar mais do que o tem". Por outro lado, é frequente a crença de que o "bom professor" já nasce feito e que basta conhecer bem uma matéria para poder ensiná-la (evidentemente, nos parece óbvio o contrário: não se pode ensinar o que não se sabe). Acreditamos que se pode preparar, atualmente, profissionais competentes, em qualquer campo de atividades, desde que se utilizem métodos e recursos adequados.

As considerações colocadas acima foram levadas em conta na elaboração do Projeto FAI, objeto da presente monografia e que é apresentado em anexo. No corpo da dissertação incluíremos apenas as Partes A e B, da Seção 5 - FAI 5, do projeto.

No Capítulo 1 faremos uma breve análise de nossas escolas de 2º Grau, do papel do professor, aluno, programas e apresentaremos nossas proposições. No Capítulo 2 será feita uma conceituação de Projeto de Ensino e sua importância a partir da elaboração do PSSC. Serão apresentados os objetivos do Projeto FAI, sua estruturação, forma de elaboração, o modelo de programação utilizado e o próprio texto. No Capítulo 3 descreveremos a forma como foi testado, sua difusão e alguns dados estatísticos referentes a sua utilização e repercussão em outras áreas. Far-se-

á algumas considerações acerca do problema ligado às inovações e resistências no setor educacional, bem como algumas questões levantadas comumente quando se utiliza a Instrução Programada serão discutidas. Finalmente, apresentaremos as conclusões e resultados decorrentes da elaboração e aplicação do Projeto FAI.

C A P Í T U L O 1: P R O J E T O F A I - A N T E C E D E N T E S

## 1.1 - NOSSAS ESCOLAS

A escola é um local, onde a maioria de nossas estudantes frequentam, geralmente, contra suas vontades. Ao término de um período letivo os alunos explodem de alegria, não por terem concluído os trabalhos com êxito, mas pelo fato de ter chegado a hora de início das férias e de se verem livres de tarefas e obrigações escolares. Uma análise mais profunda, nos conduzirá à triste conclusão de que, o que se tenta ensinar em nossas escolas muitas vezes está tão distante ou dissociado da realidade vivencial do aluno, que as preocupações do mesmo não se situam em aprender, mas simplesmente em passar de ano.

Parece-nos que nossas escolas tem se mostrado incapazes de oferecer um plano de atividades que possam envolver o estudante, de uma forma espontânea no processo de aprendizagem. O problema se complica de maneira extraordinária considerando que a população estudantil aumenta acentuadamente, em todos os níveis, o mesmo ocorrendo com a quantidade de informações a serem transmitidas. Além disso, os métodos e processos de ensino utilizados pouco favorecem a solução destes e outros problemas na área educacional.

Numa análise, ainda que superficial, chega-se à conclusão de que os processos educacionais não sofreram, de maneira substancial, evolução nos últimos séculos, a despeito de muitos resultados palpáveis terensido obtidos através de pesquisas realizadas em laboratórios de aprendizagem e investigações realizadas nos mais variados campos da educação.

Inúmeros recursos tecnológicos foram concebidos para auxiliar o professor no desempenho de suas funções, entretanto, muito pouco do que a ciência e a tecnologia já produziu é ou pode, até o presente momento, ser utilizado na maioria de

nossas escolas de 1º e 2º Grau. Constata-se uma inércia apreciável no campo educacional.

Os chamados métodos tradicionais de ensino, muitas vezes analisados, refletem a existência de sistemas escolares os quais têm como característica primordial a relação professor-aluno e a situação de melhor caracterização, a aula expositiva: o professor fala e os alunos ouvem. O professor é o centro do sistema. Tal situação determina a existência de escolas, com instalações, professores, alunos e programas que serão melhor enfocados a seguir.

## 1.2 - UMA ESCOLA MÉDIA TÍPICA EM NOSSO PAÍS

Tentaremos, resumidamente, esboçar um quadro típico de uma escola de 2º Grau brasileira e seus problemas mais característicos (Anexo 2). Evidentemente, tal descrição não se refere a todas as escolas de 2º Grau de nosso país, mas acreditamos refletir um quadro bastante realista. Esta análise enfocará os seguintes elementos que integram nossa educação formal: Escola, professor, aluno e programa.

### 1.2.1 - A ESCOLA

Local onde os alunos "aprendem". Apresentam, normalmente o seguinte quadro:

- Instalações inadequadas;
- Inexistem ou são precários: Laboratórios, bibliotecas, oficinas, locais de recreação, esportes, representações, etc..
- Falta de orientação qualificada;
- Falta de objetivos claros a serem atingidos pe-

la instituição;

- Diretores sem a adequada qualificação pedagógica. Geralmente preocupados com as atividades burocráticas que se desenvolvem na escola, assediada, permanentemente por novas leis, decretos, normas, atos, recomendações, comemorações, falta de funcionários, etc.

- Constante falta de verbas para as despesas mais essenciais.

- etc.

Entretanto, a despeito de inúmeros fatores adversos, encontramos inúmeras escolas particulares ou oficiais, que graças aos esforços às vezes de seus diretores, às vezes de seus professores, às vezes de sua comunidade, ou de todos conjuntamente, que são modelos de estabelecimentos escolares e um orgulho de suas comunidades.

### 1.2.2 - O PROFESSOR

É o centro do sistema educacional. Ele é a fonte do saber, transmissor de conhecimentos, atitudes e valores. Tudo é feito através dele. Função básica: dar e tomar lições. Tal esquema de atividades leva a situações típicas tais como:

- Aulas e orientações coletivas;

- Aluno ouvindo, escrevendo e às vezes perguntando;

- Avaliações coletivas dentro de certos calendários rígidos;

- Pequena flexibilidade dos cursos desenvolvidos;

- Pressuposição de que todos os alunos aprendem de forma idêntica e apresentam os mesmos pré-requisitos (raramente um professor realiza um pré-teste para verificar o repertório

inicial de seus estudantes);

- Passividade por parte do aluno.

Sintetizando: Professor falando, perguntando, mostrando, "avaliando", enfim: "ENSINANDO". Esquemáticamente podemos representar esta situação através do diagrama:

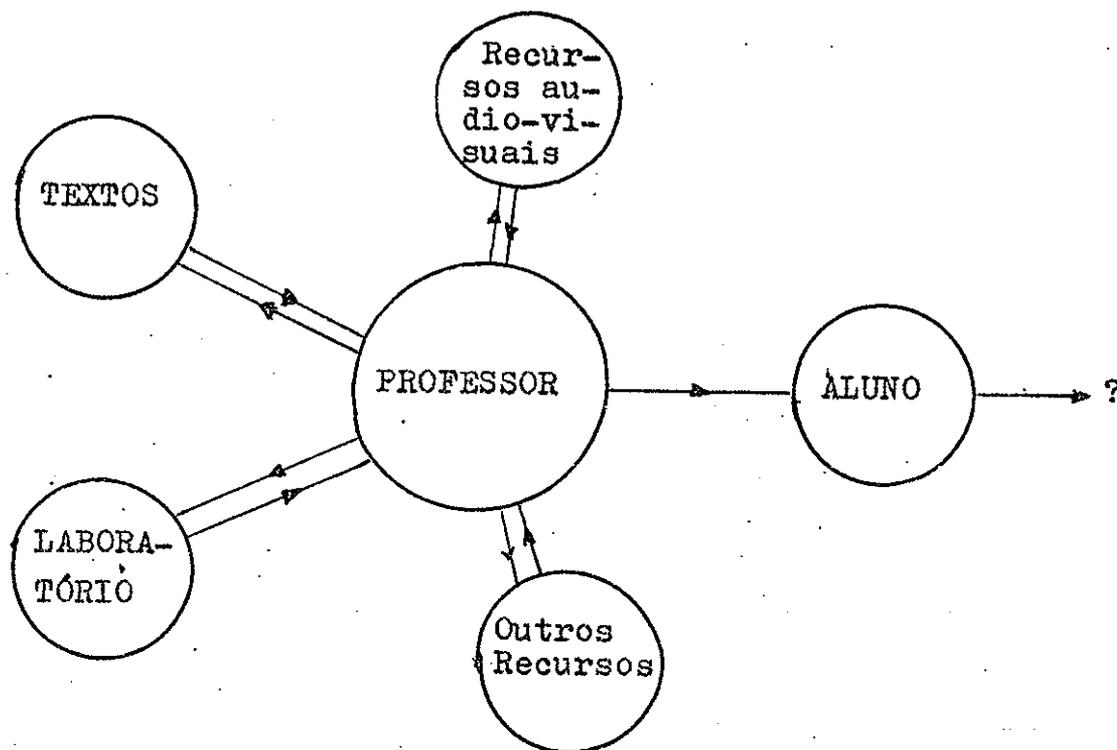


Fig. 1.2.2.1 - O professor como centro do sistema educacional.

Os recursos audio-visuais e laboratórios nem sempre são utilizados. Reuniões pedagógicas são realizadas esporadicamente e, geralmente de forma obrigatória e com objetivos administrativos.

O modelo esquematizado acima, tem o pressuposto de que para o aluno aprender o professor deve "explicar" antecipadamente um determinado assunto. Tal situação está ligada a mitos de que "aprender é difícil" e que o aluno não consegue assimilar sozinho o conteúdo previsto por um determinado programa.

Já se observa um número crescente de professores

-15-

procurando alterar o quadro acima descrito através da utilização de outros recursos metodológicos para suas aulas: quer mesclando suas exposições com inúmeras atividades que de certa forma envolvem seus alunos num esquema de participação, quer adotando sistemas de ensino inteiramente centrados nos alunos, com objetivos - previamente especificados.

### 1.2.3 - O ALUNO

Em nossos sistemas educacionais, ao estudante compete, basicamente:

- Ouvir;
- Escrever;
- Perguntar;
- Memorizar;
- Entender.

Resumidamente, ao estudante compete "estudar" no sentido tradicional do termo. As características, decorrentes - deste sistema, mais observáveis em nossos alunos, são:

- Passividade;
- Competição;
- Indisciplina, agressividade, vandalismo;
- Frustrações, abandono da escola;
- Pequeno envolvimento do estudante em quase todas as atividades escolares;
- Preocupação com o estudo de uma disciplina, apenas em vésperas de provas.

### 1.2.4 - O PROGRAMA

O que o aluno deve assimilar ao fim de um ano de

estudos ou de um curso. Alguns pontos críticos podem ser destacados:

- Programas impostos e feitos geralmente por profissionais que nem sempre conhecem as condições do professor, aluno ou escola à qual se destinam;

- O verbalismo do mestre conduz geralmente à valorização intelectual dos conteúdos e pouca atenção é dispensada, em geral, às atividades práticas e manuais;

- Programas rígidos; as provas geralmente não fazem parte do processo ensino-aprendizagem como elemento de realimentação do sistema. Elas são, em geral, elemento aversivo e criador de ansiedades e angústias;

- Não se prevê ritmo individual de aprendizagem; não são levadas em conta as diferenças individuais;

- Não se especificamos melhores métodos para se desenvolver determinados conteúdos;

- Falta de entrosamento entre os professores de uma escola para se elaborar ou desenvolver um programa de estudos, quer lecionem uma mesma disciplina, quer lecionem disciplinas afins;

- Ausência de lógica e fundamentação mais rigorosa para o desenvolvimento de um curso. A escolha da ordem de apresentação dos conteúdos é, frequentemente, a que melhor agrada ao professor;

- A complexidade que envolve a elaboração de programas, frente à explosão de conhecimentos verificada nas últimas décadas, leva a situações tais como: retirar-se partes importantes de um programa para se colocar em seu lugar, partes igualmente importantes.

- Poucas vezes um programa é estabelecido em função de objetivos mensuráveis e previamente determinados para um

curso.

### 1.3 - NOSSA PROPOSTA

Ô quadro esboçado acima indica que, com recursos convencionais, as possibilidades de se bem conduzir o ensino são bastante remotas.

A partir de 1968, um grupo de professores ligados ao ensino de Física do 2º Grau de São Paulo, preocupado com o - baixo nível de aproveitamento de seus alunos e com a sistemática utilização de recursos sabidamente ineficientes, na maioria de - nossas escolas, procurou analisar mais de perto os problemas li- gados ao ensino e planejar situações que de alguma forma pudessem auxiliar tanto professor como aluno no processo ensino-aprendiza- gem.

O grupo, que mais tarde viria a se constituir no GETEF - Grupo de Estudos em Tecnologia de Ensino de Física - pas- sou a realizar estudos metódicos - principalmente no campo da - Tecnologia da Educação, procurando alternativas válidas e viá- veis, dentro de nossa realidade educacional, através da elabora- ção de recursos instrucionais necessários para o desenvolvimento de um curso de Física para o 2º Grau, utilizando abordagens emba- sadas em princípios científicos e tecnológicos.

De acordo com Dib (7): "O ensino de Física e de - maneira geral o ensino das ciências, tem-se beneficiado da uti- lização da moderna tecnologia educacional. Seus princípios têm norteados (a) a produção de Instrução Programada, filmes cinema- tográficos; (b) o planejamento de sistema de ensino, e particu- larmente o planejamento de sistema de multimeios; (c) a reformu- lação dos processos de ensino e treinamento, com especial ênfase

no retreinamento de professores; (d) a reestruturação de programas e currículos escolares". Desta forma, compreendemos que se quiséssemos realizar alguma coisa que pudesse contribuir para uma melhoria dos padrões de ensino de Física em nosso país, seria imperioso abandonar as improvisações e a intuição como guias supremos de nossas atividades e pesquisar recursos e meios fundamentados em áreas científicas, que deveriam provar sua validade não apenas em ambientes que desfrutassem de condições especiais e particulares, mas em situações normais vigentes na maioria de nossas escolas e para tanto os recursos fornecidos pela Tecnologia da Educação seriam de grande valia.

Analisamos os métodos de ensino até então utilizados, os textos existentes, nossas escolas, programas, enfim, nas condições reais, bem como as várias soluções propostas. Desta forma nasceu o Projeto FAI - Física Auto-Instrutivo - como uma tentativa de se auxiliar o professor a desenvolver um curso completo de Física para o 2º Grau. Os textos foram elaborados utilizando-se princípios da Instrução Programada linear, com objetivo básico de construir um sistema auto instrutivo e de deslocar o professor do centro do sistema de ensino e procurar situar em seu lugar o aluno. O professor passa a ser um diretor de aprendizagem e o aluno um elemento ativo que vai encontrar oportunidades concretas para uma participação mais efetiva no processo instrucional.

Conforme destaca Gagné (8): "A tarefa essencial do professor é a de organizar as condições do ambiente do estudante de modo que os processos de aprendizagem sejam ativados, apoiados, melhorados e mantidos. Deste modo o professor necessita estar a par de quais são os processos de aprendizagem, e das influências específicas que podem exercer sobre eles, a fim de prover uma instrução proveitosa".

Com relação ao papel do professor, não é outra a colocação de Keller (9), ao se referir ao seu sistema de ensino: "Não mais parece importante sua presença numa sala de aula, entretendo, expondo, criticando e debatendo. Seu principal trabalho, como definido por Frank Finger (1962), é verdadeiramente facilitar a aprendizagem de outros. Ele se torna um engenheiro da educação, um administrador de contingências com a responsabilidade de servir à grande maioria, em lugar da pequena minoria de rapazes e moças que o procuram para instruir-se na área de sua competência. Penso que o mestre de amanhã não continuará a satisfazer-se com 10% de eficiência (na melhor das hipóteses) o que o torna objeto de desprezo por uns, de comiseração por outros, de indiferença por muitos e carinho por alguns. Ele não precisará mais manter sua posição através do exercício de funções que nem transmitem cultura, nem dignificam seu status, nem incentivam nos outros respeito pela aprendizagem ... Um novo tipo de mestre está em formação. Ao velho, eu, por mim, terei o prazer de dizer ADEUS!"

Feitas estas ponderações, podemos visualizar o sistema de ensino que propomos através do diagrama:

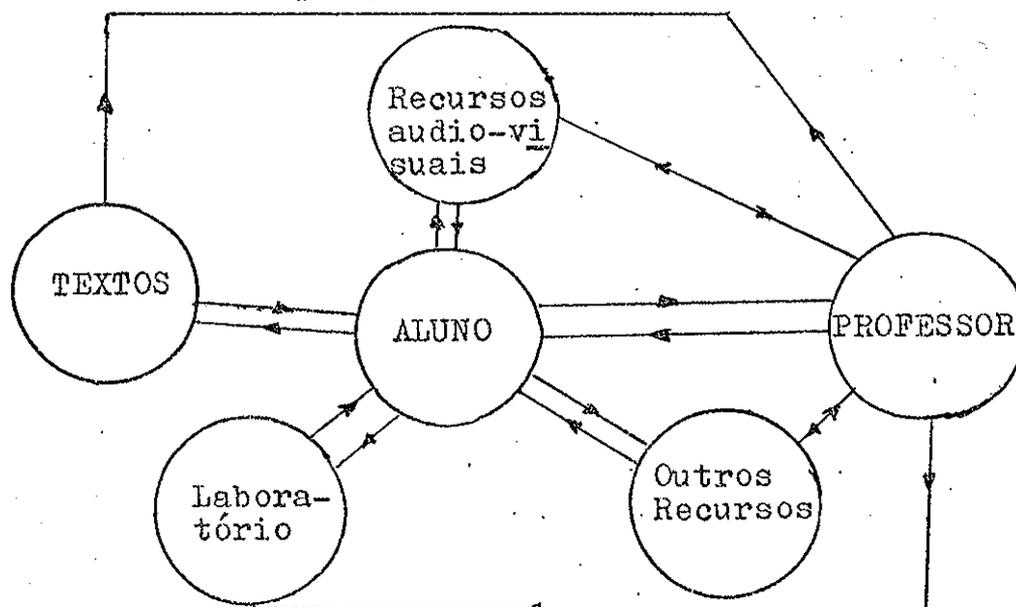


Fig. 1.3.1 - O aluno como centro do sistema educacional.

Partindo do princípio de que ensinar é dispor contingências de reforçamento sob as quais o comportamento muda, na direção de enriquecer o repertório do aluno, adicionando-lhe comportamentos desejáveis, projetou-se recursos instrucionais que - favorecessem a interação direta dos mesmos com o aluno. Assim, - um sistema auto instrutivo como o proposto pelo Projeto FAI pode responder pela demanda de mais e melhor ensino, uma vez que permite atingir um número mais elevado de estudantes e através de a valiações sucessivas, pode-se, sempre, aperfeiçoar o sistema, o que não ocorre com o enfoque tradicional de ensino.

Resumidamente, nosso intento básico reside na proposição de um curso de Física para o 2º Grau - auto-instrutivo - utilizando-se de metodologia fundamentada em princípios científicos e tecnológicos e verificar sua validade dentro de nosso atual contexto educacional.

CAPÍTULO 2 : O PROJETO FAI

## 2.1 - INTRODUÇÃO

A elaboração de obras didáticas destinadas ao ensino de Física, em todos os níveis, sempre esteve a cargo, basicamente, de aútor(es) formado(s) neste campo e, algumas vezes - contou com a colaboração de profissionais formados em áreas afins, como Matemática, Química, etc., até acontecer o PSSC - "Quinze anos após a explosão do PSSC no mundo, é raro encontrar - um país que não esteja envolvido em inovação de currículo de - ciências. As formas das inovações são tão numerosas quanto os - países" - Conferência Internacional de Educação em Física - 1975- (10a).

O aparecimento do PSSC se constituiu num marco decisivo para futuras reformas curriculares em muitas partes do mundo, e o desenvolvimento de grupos de investigação no campo do ensino de Física, os quais passaram a elaborar novos projetos de ensino, muitas vezes com enfoque peculiar e distinto das abordagens utilizadas pelos autores do PSSC. Assim, na Conferência supra citada são apresentadas estatísticas de novos projetos de ensino de Física, comparando-se com igual levantamento já anteriormente catalogado na Eight International Clearinghouse Report 1972, com dados obtidos dos Estados Unidos, Reino Unido e outros países. Assim, em 1972 a situação era a seguinte (10b):

	Primário	Secundário	Universitário	TOTAL
Estados Unidos	14	27	18	59
Outros países	0	22	1	23
T O T A L	14	49	19	82

Quadro 2.1.1 - Projetos de Ensino de Física catalogados na Eight International Clearinghouse Report 1972.

Três anos após, estes números se alteraram notavelmente, e na Conferência de Edimburgo - 1975 - o quadro era o seguinte (10b):

	Primário	Secundário	Univer- tário	Avaliação	TOTAL
Estados Unidos	0	52	90	30	172
Reino Unido	0	20	11	5	36
Outros Países	6	40	20	13	79
TOTAL	6	112	121	48	287

Quadro 2.1.2 - Projetos de Ensino de Física catalogados para a Conferência de Edimburgo - 1975.

Os dados acima citados são altamente significativos e demonstram o interesse que se observa pelos problemas do ensino de Física em todos os níveis. Um fato deve ser destacado, apesar de não dispormos de levantamentos definitivos sobre o assunto: O aparecimento de projetos de ensino, muitos dos quais amparados por financiamentos oficiais ou particulares, não inibiu autores individuais a propor, também, modelos novos e soluções alternativas para cursos de Física. Diríamos mesmo, que os atuais autores absorvem com relativa facilidade as novas linhas de trabalho propostas pelos novos projetos, enriquecendo desta forma o acervo de obras didáticas e outros recursos instrucionais necessários para o desenvolvimento de cursos de Física.

O envolvimento de um número não pequeno de profissionais, em tarefas de preparação de material didático, provocou, também, uma nova concepção do que se entende hoje por Projeto de Ensino. Neste sentido temos nossas colocações (Sa, 11):

"Constata-se uma rápida evolução do conceito de Projeto de Ensino, o qual não é mais entendido num sentido restrito: Reunião de especialistas de uma área visando a elaboração de material didático para determinada população estudantil. Dentro de um enfoque tecnológico da educação, aos especialistas em determinados campos do conhecimento agregam-se elementos qualificados em teorias de aprendizagem, avaliação, audio-visuais, sociólogos, técnicos em programação, etc. Trata-se, hoje, de desenvolver mais um trabalho estribado em fatos derivados das áreas científicas, do que se deixar levar pela intuição e improvisação".

A década de 70, marca a entrada do Brasil na era dos projetos de ensino. Nossas análises indicam que se produziram mais projetos de ensino nestes últimos anos, nos mais diversos campos e níveis: Matemática, Ciências, Química, Geografia, Estudos Sociais, etc., do que em toda a história da educação brasileira. Parece-nos irreversível um fato: Entramos na era dos projetos de ensino.

Quanto maior for a consciência da necessidade da utilização de conhecimentos científicos e tecnológicos no ensino, mais se fará sentir a necessidade da reunião de especialistas de diversas áreas para se produzir materiais instrucionais com objetivos específicos, procurando de certa forma, traçar novas diretrizes para responder por um ensino de melhor qualidade, que possa ser oferecido a um grande número de alunos e a baixo custo.

Por outro lado, segundo estudos de Tassara (12), observa-se que a expressão "projeto de ensino" tanto pode ser empregada para se referir ao processo de planejamento e construção de material didático, como ao próprio material produzido. No

primeiro caso, o seu significado relaciona-se ao trabalho de uma equipe de profissionais, conforme já salientamos, em termos de seus pressupostos e normas de planejamento e/ou de seus objetivos, procedimentos e métodos de execução; no segundo caso, seu significado se relaciona ao produto desse trabalho, em termos das características intrínsecas assumidas pelo material produzido e/ou pela interação desse material com as instituições escolares.

A proposição acima nos colocaria diante da problemática ligada à avaliação do Projeto e sua conseqüente validação. Assim, é oportuno lembrarmos as colocações de Chadwick (13):

"Cada componente do sistema educacional - os programas novos ou os já existentes, os meios ou materiais educacionais, os grupos de administradores, as aulas, etc. - podem ser avaliados para descobrir se seu desempenho alcança os objetivos estabelecidos para cada um, e se está contribuindo para o ótimo funcionamento do sistema educacional. Grande parte da avaliação de projetos se encontra neste nível de componente já que os projetos geralmente envolvem um só componente ou um grupo pequeno de componentes relacionados. Os projetos ou planos de estudo e de apresentação de ensino (televisão, instrução programada, filmes), são exemplos de avaliação ao nível de componentes. Os componentes podem ser analisados com base em seu desempenho dentro de uma escola ou através de um grande número de escolas..."

Desta forma, ao lado de uma coerência interna, intrínseca aos seus propósitos ou modelo instrucional, constata-se a existência de um consenso sobre o fato de que um projeto de ensino deva, também, ter sua validação em termos de sua repercussão social.

Um sistema de avaliação, que pressuponha ser um -

de seus componentes a repercussão social de um projeto, uma função de sua compatibilidade com a realidade circundante, permite utilizar como índices de repercussão o poder de penetração e de transformação inerentes ao projeto. O poder de penetração pode ser definido por meio de indicadores qualitativos e/ou quantitativos: número de sujeitos submetidos a ele, tempo de exposição ao material, adequação entre a forma como é aplicado e a intenção com que foi planejado, sua aceitação, etc.

O poder de transformação pode ser definido em termos de modificações diretas produzidas por ele, nos padrões comportamentais do aluno e/ou professor, e de indicadores de influência que sua aplicação possa ter tido sobre o desenvolvimento de novos materiais em outras áreas, ou sobre a constituição de novos grupos de trabalho, emulações de seu grupo gerador. Pode-se verificar que tais índices são uma projeção da adequação existente entre as características intrínsecas do projeto de ensino e a demanda social, exercida nos níveis de produção, distribuição, veiculação e aplicação.

Quanto ao Projeto FAI, após a fase de levantamento dos problemas ligados ao ensino de Física, das condições gerais tanto do aluno, como escola, professor, programas e métodos utilizados, planejaram-se e elaboram-se os elementos componentes do mesmo. Nesta fase deu-se particular ênfase à avaliação formativa, a qual é entendida no sentido proposto por Scriven - apud Stake(14): a avaliação que tem como propósito o fornecimento da informação que conduz à modificação e melhoramento da unidade que está sendo avaliada. Após a edição definitiva, de parte do projeto, utilizaram-se índices de repercussão social, que serão enfocados posteriormente, para efeitos de considerações sobre sua validade.

## 2.2 - PROPÓSITOS BÁSICOS

A preocupação dos responsáveis pelo Projeto FAI - foi elaborar materiais instrucionais, utilizando-se dos modernos recursos oriundos da Tecnologia da Educação, de modo a propiciar um maior envolvimento do aluno nas atividades programadas. Desta forma, optou-se por um tipo de ensino individualizado o qual pudesse ser adaptado às nossas condições e necessidades. Assim pretendeu-se:

- Fornecer ao professor uma nova metodologia de trabalho;
- Propiciar ao aluno uma possibilidade de aprendizagem efetiva pelo trabalho realizado (auto-instrução);
- Caracterizar o educador como elemento orientador, motivador, criador e avaliador dos resultados provenientes do processo de aprendizagem;
- Elaborar um texto baseado em um método de ensino individualizado que considerasse cada aluno como um ser com características próprias e deixasse margem para cada professor poder dar suas contribuições pessoais;
- Elaborar instrumentais de laboratórios adaptados às nossas condições de ensino;
- Elaborar textos históricos, para se poder propiciar aos estudantes uma visão da forma pela qual a ciência se desenvolve através dos tempos;
- Elaborar recursos audio-visuais.

## 2.3 - ESTRUTURAÇÃO

A partir do estabelecimento dos objetivos a serem atingidos, do estudo das condições materiais existentes na

maioria de nossas escolas, dos pré-requisitos considerados necessários para o desenvolvimento dos conteúdos, programaram-se as inúmeras atividades a serem realizadas pelo aluno, através de um curso no qual seriam utilizados:

- Textos auto-instrutivos;
- Material de laboratório;
- Textos históricos;
- Recursos audio-visuais;
- Outros recursos julgados necessários.

Esquemáticamente as etapas cumpridas para o desenvolvimento do projeto, estão representadas na Fig. 2.3.1:

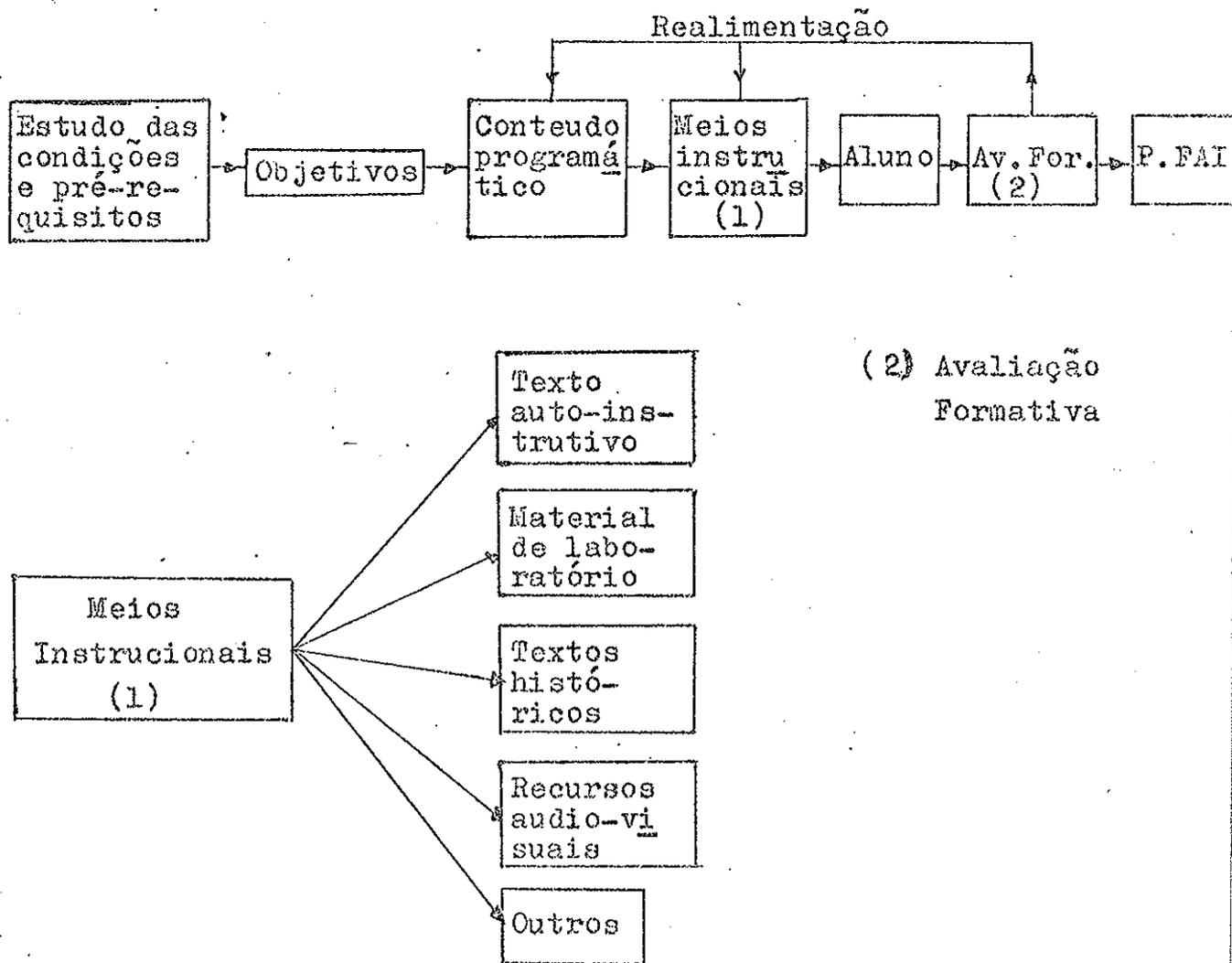


Fig. 2.3.1 - Etapas cumpridas para a elaboração do Projeto FAI.

Os textos auto instrutivos, os materiais de laboratório, os conteúdos históricos e finalmente os recursos audiovisuais, foram elaborados harmonicamente, visando os objetivos a serem alcançados. A imperiosa necessidade neste modelo, de ser - incluído um "meio" denominado "OUTROS" prende-se ao fato já observado de que sistemas que não permitam ao professor um certo nível de ajustamento quer à realidade onde serão aplicados, quer - ao tipo de alunos aos quais serão destinados, terão poucas possibilidades de êxito.

São considerados extremamente úteis e relevantes, contribuições pessoais de professores e alunos. Um sistema que não consiga o envolvimento voluntário do professor terá poucas - possibilidades de êxito. Este é talvez o principal motivo, pelo qual reforma feitas à revelia do professor, acabam não atingindo seus objetivos. Este fato nos conduz à conclusão da necessidade de um melhor preparo do pessoal docente, bem como o engajamento do mesmo nas tarefas pertinentes à divulgação e elaboração de inovações no setor educacional.

Analisaremos cada uma das etapas do Projeto FAI, esquematizadas acima.

2.3.1 - ESTUDO DAS CONDIÇÕES E PRÉ-REQUISITOS

Nesta fase foram examinadas as condições globais existentes em nossas escolas, conforme descrevemos no Capítulo 1. Da mesma forma, procuramos conhecer, o mais detalhadamente - possível, o repertório dos estudantes (no que diz respeito ao do mínio cognitivo) que normalmente afluíam às escolas do 2º Grau, pois decisões básicas para o projeto seriam tomadas a partir do conhecimento do mesmo, das condições e aspirações futuras destes

alunos. Assim, em 1969, com a finalidade de se promover alterações curriculares, foram ouvidos cerca de 1.346 alunos de diversas escolas de São Paulo (Anexo 3) e que cursavam as duas primeiras séries do 2º Grau, dos quais 281 frequentavam cursos diurno e 1.065, o período noturno. Alguns dados obtidos seguem abaixo:

- 1.275 alunos (94,7%) pretendiam ingressar em alguma faculdade; apenas 71 estudantes (5,3%) demonstraram intenção em não prosseguir seus estudos após a conclusão do 2º Grau.

- O interesse pela área de Ciências Biológicas (Medicina, Biologia, Psicologia, Odontologia, Enfermagem, etc.) correspondeu a 342 alunos (25,4%).

- A área de Ciências Exatas (Engenharia, Matemática, Computação, Física, Química, etc.) acusou a preferência de 293 alunos (21,8%).

- Pela área de Ciências Humanas (Direito, História, Pedagogia, Administração, Economia, etc.) manifestaram-se cerca de 151 estudantes (11,2%).

- Cerca de 489 alunos (36,3%) ainda não haviam feito nenhuma opção por qualquer carreira profissional.

- Cerca de 26 alunos dos cursos diurnos trabalhavam (9,3%) ao passo que 1.001 alunos (94%) do período noturno trabalhavam.

Os dados obtidos acima revelam algumas características importantes desta população estudantil: O interesse pelos cursos superiores e o fato da maioria dos estudantes dos cursos noturnos trabalharem. Estes dois pontos implicariam no fato de que embora o Projeto FAI tenha sido elaborado não com o objetivo de preparar alunos para os exames vestibulares, não poderíamos de maneira alguma ignorar sua existência e a quantidade de questões

e problemas apresentados em muitos capítulos indica este nível de preocupação. O fato de considerável parcela de nossos estudantes terem que trabalhar, e disporem de pouco tempo para atividades extra-classe, nos levou a aconselhar aos professores a desenvolverem o curso de Física, basicamente, em sala de aula, ou seja transformar a mesma em local de estudos.

Ao aplicarmos testes diagnósticos (Anexo 4), objetivando a determinação do repertório inicial do aluno ao entrar no 1º ano do 2º Grau, verificamos deficiências em vários aspectos que seriam fundamentais para o estudo de muitas partes da Física. Basicamente, constatamos que os estudantes que concluíram a 8a. série, em sua grande maioria, não dominavam: Operações com potência de 10, transformações de unidades: quilômetros em metros, quilogramas em gramas, horas em segundos, etc. Da mesma forma desconheciam a forma de construir e interpretar um gráfico. Portanto, achamos ser preferível partir de etapas que aparentemente já deveriam ter sido vencidas pelos estudantes (segundo os programas oficiais), que envolvê-los em sucessivos fracassos, por pressuposições incorretas. Assim, conhecendo, aproximadamente as condições do aluno, poder-se-ia, através de programas tentativos, estabelecer situações que permitissem atingir os objetivos pretendidos. Este foi o motivo básico de termos elaborado os Capítulos 1 e 2 do FAI 1, ou seja, fornecer os elementos básicos para o estudante ter condições de assimilar o conteúdo programático.

Quanto mais soubermos sobre nossos alunos e as condições gerais de estudo, maiores serão as possibilidades de se estabelecer um programa de contingências adequado a eles.

O reconhecimento da enorme diversidade de comportamentos e aspirações humanas, torna a tarefa de programação extremamente complexa, e mesmo levando em conta tais fatores,

programas feitos para muitos estudantes têm-se revelado: muito fácil para uns, difícil para muitos, etc. Abordaremos mais adiante, tais implicações.

### 2.3.2 - OBJETIVOS DO PROJETO

Os objetivos do projeto foram expostos em 2.2. - Conforme se pode verificar, trata-se de objetivos colocados para serem atingidos em várias etapas e através da utilização de vários recursos instrucionais, que permitissem o que se pode conceituar de otimização da instrução.

### 2.3.3 - CONTEUDO PROGRAMÁTICO

O conteúdo do curso programado foi elaborado visando desenvolver unidades básicas (um repertório mínimo), que permitisse aos estudantes atingir etapas subsequentes do programa. Desta forma pretendeu-se estabelecer os pré-requisitos para unidades mais complexas. Desenvolveram-se programas de matemática visando suprir deficiências já detetadas em pré-testes. Assim, os textos apresentam o seguinte conteúdo:

- a) UNIDADE BÁSICA
  - Medidas e gráficos (pré-requisitos)
  - Estudo de movimentos retilíneos
  - Leis de Newton (incluindo estudo de vetores)
  - Energia mecânica
  
- b) UNIDADES DERIVADAS
  - Movimentos complexos
  - Gravitação
  - Hidrostática
  - Calor

- Eletricidade
- Ondulatória
- Física Moderna

c) UNIDADES DE FÍSICA APLICADA -

- Máquinas
- Mecânica dos fluidos
- Eletrotécnica

c) TEXTOS DE APOIO

- Utilização do paquímetro
- Utilização do micrômetro
- Unidades de reforço para vetores
- Fichas de reforço

Algumas unidades ainda estão em fase de elaboração e testes - Eletromagnetismo - ondulatória e Unidades de Física Aplicada.

2.3.3.1 - METODOLOGIA

Os textos são preparados de acordo com as técnicas utilizadas na elaboração de programas lineares, que podem ser representados através do seguinte esquema (Sa, 15):

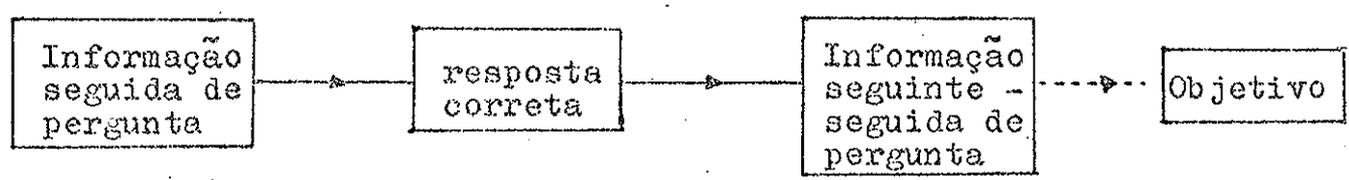


Fig. 2.3.3.1.1 - Esquema utilizado na elaboração da Instrução Programada linear.

Um programa linear apresenta basicamente os seguintes elementos essenciais:

- Divisão da matéria a ser ensinada em etapas

muito pequenas e apresentadas numa ordem crescente de dificuldades;

- Em cada sequência procura-se apresentar uma única noção ou fato e fazer-se diferenciação clara entre idéias distintas;

- Procura-se não se apresentar uma nova noção até - ficar comprovado que a precedente já se encontra presente no repertório do aluno. Emprego intensivo da repetição;

- Procura-se elaborar um programa de tal forma - que se torne bastante pequena a ocorrência de erros.

Desta forma, procuramos em nossos programas tomar o máximo cuidado no sentido de apresentar a matéria de forma clara, a fim de respeitar o ritmo individual de aprendizagem e minimizar a ocorrência de erros a fim de motivar o estudante em suas atividades.

#### 2.3.4 - OBJETIVOS INSTRUCCIONAIS

Especificaram-se de forma operacional os chamados objetivos instrucionais. Um objetivo instrucional deve descrever o resultado esperado da instrução, em termos de comportamentos - ou desempenhos observáveis e portanto suscetíveis de mensuração.

Convém, neste momento, nos reportarmos às etapas de um ensino programado. Esquemáticamente, as seguintes etapas fundamentais devem ser alcançadas:

- Definir operacionalmente os objetivos instrucionais que se pretende atingir ao fim de um programa;

- Selecionar procedimentos, conteúdos e métodos considerados relevantes para alcançar os objetivos propostos;

- Avaliar o desempenho do aprendiz de acordo com

os objetivos inicialmente definidos.

Dentro de uma concepção sistêmica, ensinar consiste em criar ou extinguir determinados comportamentos do aprendiz fazendo-o passar de um repertório inicial para um repertório final (objetivo), de acordo com o modelo:

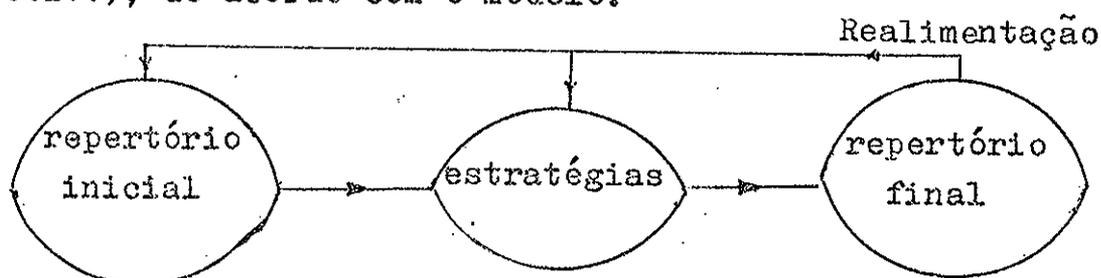


Fig. 2.3.4.1 - Esquema representando um sistema de ensino.

Estratégias são todos os procedimentos considerados necessários para levar o aluno do estágio A para o B. Os procedimentos são escolhidos em função dos objetivos a serem atingidos e da população visada. Daí a importância de uma especificação correta dos objetivos instrucionais.

### 2.3.5 - MEIOS INSTRUCIONAIS

Os recursos instrucionais utilizados para se desenvolver um curso de Física através do Projeto FAI são descritos a seguir.

#### 2.3.5.1 - TEXTO AUTO INSTRUTIVO

É a espinha dorsal do projeto. Suas características já foram suficientemente discutidas e os exemplares já editados encontram-se anexo.

Por outro lado, tem-se produzido material de apoio, visando ser utilizado ao lado de certos capítulos do FAI.

Assim, para exemplificar, programou-se para ser utilizado simultaneamente com o Capítulo nº 1 do FAI 1, a forma de utilização de instrumentos tais como o paquímetro e o micrômetro. O projeto prevê o desenvolvimento de materiais diversos, tendo em vista o pressuposto básico de que tudo que não funcionar deve ser revisado, rejeitado ou substituído. O processo de programação envolve, atividades empíricas e grande habilidade por parte do programador, conforme ressalta Skinner (16) "... é preciso admitir que uma considerável medida de engenho e arte se faz necessária na composição de um programa que tenha êxito."

"Quer a boa programação deva permanecer uma arte ou transformar-se numa tecnologia científica, é reconfortante saber que existe uma autoridade final - o aluno". Assim, o princípio básico que norteia um programador é aquele que: se o programa não funcionou a culpa é dele não do aluno.

A seguir mostraremos como foi realizada a elaboração dos textos auto-instrutivos.

#### 2.3.5.2 - ETAPAS PARA A ELABORAÇÃO DE UM PROGRAMA

Os principais passos considerados necessários para a construção de um programa cuja função básica é informar, explicar, desenvolver, apresentar problemas, etc., ocupando as funções tradicionais de um professor que passa a assumir novas tarefas, serão esquematizados abaixo. Tal esquema é, em essência, o mesmo para uma programação feita para livros de diversas formas, aparelhos (máquinas de ensinar, computadores, "slides", filmes e outras formas que combinam recursos vários). Desta forma, um programa pode ser definido como uma sequência de apresentações de materiais verbais ou simbólicos que devem ser capazes de indicar ao estudante atividades a serem executadas, o que estu-

dar, como fazê-lo e também os resultados que se está obtendo. Assim, as principais etapas para a elaboração de um programa podem ser esquematizados conforme a sequência indicada abaixo:

- a) Escolha da matéria a ser programada.
- b) Especificação da população alvo.
- c) Estabelecimento dos objetivos a serem atingidos com o programa.
- d) Análise de conteúdo e elaboração de teste de pré-requisito.
- e) Elaboração dos itens de um programa.
- f) Teste e avaliação dos resultados obtidos.
- g) Revisão do material.
- h) Reteste - Análise - Revisão.
- i) Impressão do programa.

Na maioria de nossas obras didáticas publicadas, observa-se um tratamento meramente intuitivo em suas elaborações, sendo poucas as que são previamente testadas. Assim, no esquema acima prevê-se a utilização de abordagens mais tecnológicas para se vencer cada etapa, o que nos conduz a uma nova concepção: do ensino como um todo, do papel do aluno no processo de ensino-aprendizagem, da escola e materiais instrucionais e do papel do professor.

Desta forma, a programação do ensino nos conduz a novas dimensões, visto que será através da mesma é que se procurará envolver o estudante no processo de auto-instrução e a se ter presente no momento da programação, questões como: O que é importante? O que deve ser ensinado? O que pode ser ensinado? e finalmente, COMO proceder para se atingir os objetivos previstos. Tais questões exigirão o concurso não somente de especialistas da disciplina em questão, mas também de profissionais de outras áreas, bem como o concurso da própria comunidade onde uma -

escola está inserida. Da mesma forma, esta abordagem sistêmica da educação, demonstra a precariedade de programações de cursos ou disciplinas isoladas do contexto mais amplo da escola. Tais dificuldades e limitações refletirão inevitavelmente no resultado final de um curso, o que nos leva a indagação se tentativas de reformas feitas por educadores dentro de setores limitados tem validade ou subsistirão às pressões conservadoras? É óbvio que se tem conseguido algum progresso em muitos setores, mas não sem formidáveis esforços por parte de inovadores e num intervalo de tempo nem sempre pequeno.

Muitas tentativas de inovações no setor educacional tem esbarrado com tendências aparentemente opostas, ou seja, a formação do estudante se contrapondo ao fornecimento de informações ao mesmo. Assim, percebe-se uma sôfrega pretensão de se utilizar de todos os meios possíveis com a finalidade única de se transmitir o maior número de informações nos mais diversos níveis, ao estudante. Preocupa-se mais com o número ou quantidade de fatos que um estudante deva saber do que com sua formação - é a escola enciclopédica. Colocam-se hoje alguns aspectos fundamentais na formação de um estudante, tais como: perseverança, espírito crítico, a habilidade de pesquisar e localizar informações necessárias, etc.; enfim trata-se mais de preparar um futuro estudante na tarefa de aprender a aprender do que simplesmente fornecer-lhe informações consideradas relevantes. Tal colocação nos conduziria a pesquisar formas e métodos capazes de serem utilizados de modo eficiente para agir no comportamento afetivo do aprendiz, respeitando seus padrões e valores, bem como suas aspirações junto a comunidade e favorecer o desenvolvimento de sua motivação intrínseca. Tais colocações poderiam se constituir, também, num conjunto de objetivos desejáveis e necessários, mas infelizmente não encontramos sistematizados, um conjunto de

meios que pudessemos utilizar, para elaborarmos um programa nesta direção.

### 2.3.5.3 -- COMO ELABORAR UM TEXTO PROGRAMADO

Para fins de exemplificação, visto serem abundantes na literatura especializada, as múltiplas formas de programação, vamos apresentar as principais etapas exigidas para se preparar duas seções de um capítulo do PAI 5. Evidentemente existem outros modelos de programação com abordagens distintas da que será aqui apresentada.

Para se elaborar um texto programado, temos duas fases distintas: O planejamento, muitas vezes chamado de sequência interna e o texto para o aluno. O planejamento fornece os elementos necessários para a elaboração do texto.

#### PLANEJAMENTO:

- a) TEMA: RESISTÊNCIA ELÉTRICA. LEI DE OHM. CONDUTORES ÔHMICOS E NÃO ÔHMICOS. RESISTORES.
- b) POPULAÇÃO ALVO: Alunos do 3º ano do 2º Grau.
- c) OBJETIVOS:
  - Conceituar resistência elétrica.
  - Enunciar a Lei de Ohm.
  - Caracterizar os condutores de acordo com a lei de Ohm (resistência).
  - Definir a unidade de medida de resistência elétrica.
  - Definir condutor ôhmico.
  - Distinguir elementos ôhmicos e não-ôhmicos.
  - Descrever um resistor.
  - Utilizar o código de cores para a leitura do valor de um resistor.

- Construir uma curva característica de um elemento.
- A partir da curva característica de um elemento, dizer se sua resistência varia ou não.
- Resolver problemas.
- Realizar experimentos.

d) ANÁLISE DE CONTEUDO: Cada objetivo enunciado é analisado procurando-se identificar os conceitos e os encadeamentos presentes. Esta análise conduz a uma melhor exploração dos elementos a serem ensinados, quer na escolha adequada de exemplos representativos dos fenômenos ou conceitos estudados, dos problemas ou exercícios de aplicação, enfim, serve de guia ao programador para que ele se oriente na direção dos objetivos pré-estabelecidos. Esta análise nos conduz a identificação dos conceitos envolvidos:

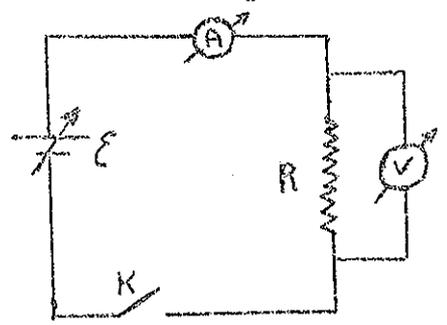
- Resistência elétrica.
- Condutores ôhmicos e não ôhmicos.

Os encadeamentos identificados são:

- Utilização de um Amperímetro e Voltímetro.
- Montagem de um circuito elétrico do tipo ilustrado ao lado para realizar experimentos

visando a construção de curvas características de resistores e identificá-los.

- Resolução de problemas.



e) PRÉ-REQUISITOS: - Conceito de corrente elétrica, diferença de potencial e unidades correspondentes.  
 - Construir e interpretar gráficos.

f) ESCOLHA DE EXERCÍCIOS E QUESTÕES: - Os exercícios apresentados devem propiciar ao aluno uma oportunidade para se evidenciar a ocorrência ou não do

aprendizado.

g) QUESTÕES DE ESTUDO: - Após cada Seção são apresentados itens dirigidos aos alunos, chamados de QUESTÕES DE ESTUDO, e foram introduzidas nos FAI 4 e 5, pois observou-se que parcela considerável dos estudantes tinha dificuldades para fazer uma síntese da matéria estudada e as mesmas poderiam auxiliar o aluno neste particular.

h) PROBLEMAS E QUESTÕES FINAIS: - A escolha de uma série de exercícios e questões objetiva dar ao aluno uma oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos e favorecer a retenção dos mesmos.

TEXTO PARA O ALUNO OU SEQUÊNCIA PEDAGÓGICA:

Com os elementos do Planejamento é construída uma série de quadros ou itens de um programa visando levar o aluno a atingir os objetivos pré-determinados. A escolha de um modelo de programação linear deveu-se, basicamente, a maior familiaridade e facilidade em sua elaboração, bem como, por se constituir num modelo mais adequado para a utilização em textos.

O planejamento ilustrado anteriormente propiciou a elaboração do material programado que se segue:

## SEÇÃO 5 -- RESISTÊNCIA ELÉTRICA LEI DE OHM

Um fluxo de cargas elétricas em um condutor é consequência, como já foi visto, da aplicação de uma diferença de potencial entre dois pontos desse condutor. Nota-se, todavia, que dependendo do condutor o fluxo terá valores diversos para uma mesma diferença de potencial. A causa disso é a "resistência" que os condutores oferecem ao movimento das cargas.

Pode-se mostrar, experimentalmente, que para muitos condutores existe uma relação proporcional entre as diferenças de potencial e fluxo de cargas, cuja razão é o valor da resistência. Tal relação é conhecida como a Lei de Ohm, amplamente utilizada para montagem e análise de circuitos elétricos.

Desenvolveremos a seguir o conceito de resistência elétrica e a Lei de Ohm, bem como uma análise de condutores que não obedecem a essa lei.

### A -- CONCEITO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA LEI DE OHM

- 1  Nas seções anteriores foi visto que uma corrente elétrica é constituída por um fluxo de cargas elétricas. Num condutor metálico a corrente elétrica é caracterizada pelo movimento de (elétrons livres; prótons; íons). A sua unidade no SI é \_\_\_\_\_  
\*\*\*\*\*  
elétrons livres; ampère (C/s = A)
- 2  Sempre que estabelecemos uma diferença de potencial nos extremos de um fio metálico (existe; não existe) corrente elétrica.  
\*\*\*\*\*  
existe
- 3  Ao se movimentarem em um condutor metálico, sob a influência de uma diferença de potencial, os elétrons (encontram; não encontram) resistência ao seu movimento.  
\*\*\*\*\*  
encontram
- 4  A estrutura metálica é formada de agrupamentos de átomos de que é constituído o condutor metálico e ela oferece resistência ao movimento de elétrons. Algo semelhante pode ser observado no movimento de queda livre de uma pedra em água. A pedra cai com movimento de velocidade constante ao invés de acelerado (queda livre no ar). Isto se explica pelo fato de que, durante a queda, as moléculas da água oferecem \_\_\_\_\_ ao movimento da pedra.  
\*\*\*\*\*  
uma resistência (no caso hidrostática)
- 5  Outro exemplo é o movimento de íons em uma solução iônica. Ao se movimentarem na solução, sob a influência de uma diferença de potencial, os íons (encontram; não encontram) resistência das moléculas que constituem a solução.  
\*\*\*\*\*  
encontram

6 ■ Portanto, uma corrente elétrica, quando flui através de um condutor elétrico, encontra sempre uma \_\_\_\_\_ ao seu livre movimento.

\*\*\*\*\*

resistência

7 ■ Os condutores, então, (oferecem; não oferecem) resistência à corrente elétrica.

7.1) Todo condutor possui uma resistência à corrente elétrica. Um condutor terá maior resistência elétrica quanto (maior; menor) for a sua oposição ao movimento de cargas no seu interior, ou seja, à corrente elétrica.

\*\*\*\*\*

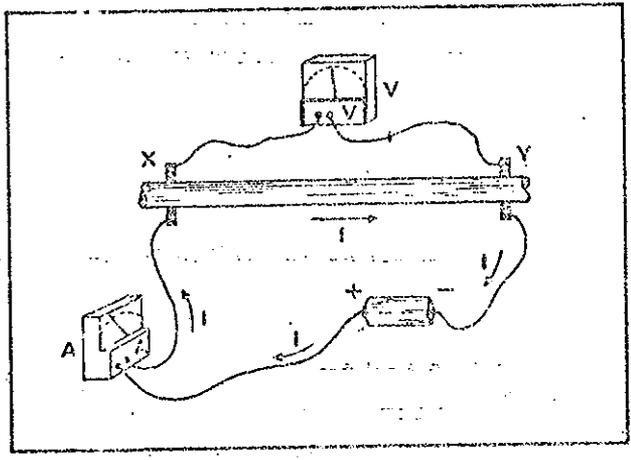
oferecem; maior

8 ■ Todos os condutores possuem, então, uma \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

resistência elétrica

9 ■ A figura ao lado representa um circuito elétrico. XY é um condutor metálico. O instrumento A é um medidor de corrente elétrica e o instrumento V é um medidor de diferença de potencial. A corrente elétrica flui no sentido horário, mas os elétrons se movimentam no sentido \_\_\_\_\_, pois o sentido convencional da corrente elétrica é oposto ao dos elétrons.



\*\*\*\*\*

anti-horário (vide seção 2)

10 ■ No circuito elétrico do item 9, a corrente I que flui através do condutor XY (passa; não passa) pelo medidor de corrente A. O medidor de corrente é chamado amperímetro.

O amperímetro (mede; não mede) então o valor da corrente elétrica que passa pelo condutor XY.

\*\*\*\*\*

passa; mede

11 ■ O medidor de diferença de potencial, simbolizado pela letra V na figura do item 9, mede a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ elétrico nos extremos do condutor metálico XY.

\*\*\*\*\*

V; diferença; potencial

12 ■ No SI de unidades a corrente elétrica é medida em \_\_\_\_\_ e a diferença de potencial em \_\_\_\_\_.

\*\*\*\*\*

ampères; volts

13 ■ Na prática o termo diferença de potencial também é denominado voltagem. Se, entre os extremos XY do condutor ilustrado no item 9, a diferença de potencial medida no voltímetro for igual a 1,2 volts, pode-se dizer também que a \_\_\_\_\_ é de 1,2 volts.

\*\*\*\*\*

voltagem

## SEÇÃO 5 -- RESISTÊNCIA ELÉTRICA LEI DE OHM

Um fluxo de cargas elétricas em um condutor é consequência, como já foi visto, da aplicação de uma diferença de potencial entre dois pontos desse condutor. Nota-se, todavia, que dependendo do condutor o fluxo terá valores diversos para uma mesma diferença de potencial. A causa disso é a "resistência" que os condutores oferecem ao movimento das cargas.

Pode-se mostrar, experimentalmente, que para muitos condutores existe uma relação proporcional entre as grandezas diferença de potencial e fluxo de cargas, cuja razão é o valor da resistência. Tal relação é conhecida como a Lei de Ohm, amplamente utilizada para montagem e análise de circuitos elétricos.

Desenvolveremos a seguir o conceito de resistência elétrica e a Lei de Ohm, bem como uma análise de condutores que não obedecem a essa lei.

### A -- CONCEITO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA LEI DE OHM

- 1  Nas seções anteriores foi visto que uma corrente elétrica é constituída por um fluxo de cargas elétricas. Num condutor metálico a corrente elétrica é caracterizada pelo movimento de (elétrons livres; prótons; íons). A sua unidade no SI é \_\_\_\_\_  
\*\*\*\*\*  
elétrons livres; ampère ( $C/s = A$ )
- 2  Sempre que estabelecemos uma diferença de potencial nos extremos de um fio metálico (existe; não existe) corrente elétrica.  
\*\*\*\*\*  
existe
- 3  Ao se movimentarem em um condutor metálico, sob a influência de uma diferença de potencial, os elétrons (encontram; não encontram) resistência ao seu movimento.  
\*\*\*\*\*  
encontram
- 4  A estrutura metálica é formada de agrupamentos de átomos de que é constituído o condutor metálico e ela oferece resistência ao movimento de elétrons. Algo semelhante pode ser observado no movimento de queda livre de uma pedra em água. A pedra cai com movimento de velocidade constante ao invés de acelerado (queda livre no ar). Isto se explica pelo fato de que, durante a queda, as moléculas da água oferecem \_\_\_\_\_ ao movimento da pedra.  
\*\*\*\*\*  
uma resistência (no caso hidrostática)
- 5  Outro exemplo é o movimento de íons em uma solução iônica. Ao se movimentarem na solução, sob a influência de uma diferença de potencial, os íons (encontram; não encontram) resistência das moléculas que constituem a solução.  
\*\*\*\*\*  
encontram

6) Portanto, uma corrente elétrica, quando flui através de um condutor elétrico, encontra sempre uma \_\_\_\_\_ ao seu livre movimento.

\*\*\*\*\*

resistência

7) Os condutores, então, (oferecem; não oferecem) resistência à corrente elétrica.

ii) Todo condutor possui uma resistência à corrente elétrica. Um condutor terá maior resistência elétrica quanto (maior; menor) for a sua oposição ao movimento de cargas no seu interior, ou seja, à corrente elétrica.

\*\*\*\*\*

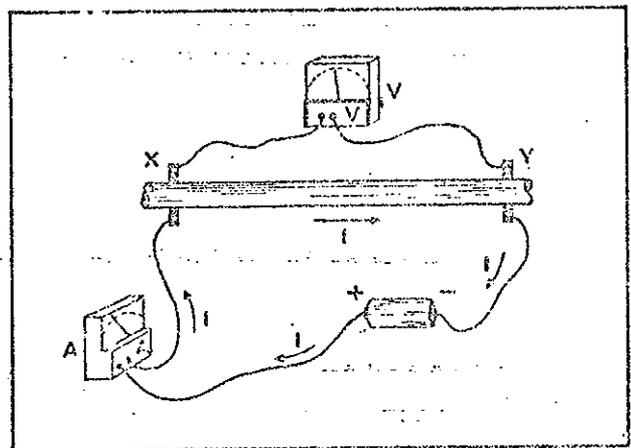
oferecem; maior

ii) Todos os condutores possuem, então, uma \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

resistência elétrica

8) A figura ao lado representa um circuito elétrico. XY é um condutor metálico. O instrumento A é um medidor de corrente elétrica e o instrumento V é um medidor de diferença de potencial. A corrente elétrica flui no sentido horário, mas os elétrons se movimentam no sentido \_\_\_\_\_, pois o sentido convencional da corrente elétrica é oposto ao dos elétrons.



\*\*\*\*\*

anti-horário (vide seção 2)

10) No circuito elétrico do item 9, a corrente I que flui através do condutor XY (passa; não passa) pelo medidor de corrente A. O medidor de corrente é chamado amperímetro.

O amperímetro (mede; não mede) então o valor da corrente elétrica que passa pelo condutor XY.

\*\*\*\*\*

passa; mede

11) O medidor de diferença de potencial, simbolizado pela letra \_\_\_\_\_ na figura do item 9, mede a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ elétrico nos extremos do condutor metálico XY.

\*\*\*\*\*

V; diferença; potencial

12) No SI de unidades a corrente elétrica é medida em \_\_\_\_\_ e a diferença de potencial em \_\_\_\_\_.

\*\*\*\*\*

ampères; volts

13) Na prática o termo diferença de potencial também é denominado voltagem. Se, entre os extremos XY do condutor ilustrado no item 9, a diferença de potencial medida no volímetro for igual a 1,2 volts, pode-se dizer também que a \_\_\_\_\_ é de 1,2 volts.

\*\*\*\*\*

voltagem

14 ■ Diferença de potencial e voltagem (são; não são) palavras sinônimas para designar uma mesma grandeza física.

\*\*\*\*\*

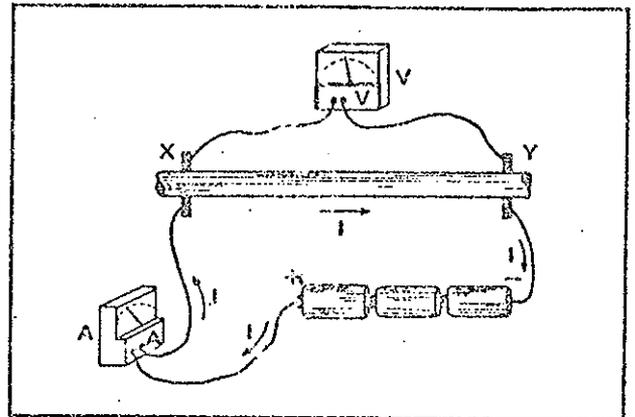
são

15 ■ No esquema da figura do item 9, podemos aumentar a voltagem ou \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ elétrico entre os extremos do condutor metálico XY (aumentando; diminuindo) a quantidade de pilhas.

\*\*\*\*\*

diferença; potencial; aumentando

16 ■ No esquema ao lado, o voltímetro irá acusar uma diferença de potencial (maior; menor) do que no caso anterior porque, agora, a quantidade de pilhas (é; não é) maior.



\*\*\*\*\*

maior; é

17 ■ A corrente que flui através do condutor metálico é (maior; menor) que no caso do item 9, pois agora a diferença de potencial nos extremos do condutor metálico XY (é; não é) maior.

\*\*\*\*\*

maior; é

18 ■ Quem pela primeira vez estudou a relação existente entre a corrente (I) que flui num condutor metálico em função da diferença de potencial ou voltagem (V) nos extremos deste condutor foi Georg Simon Ohm (1789-1854). Ele mediu a corrente I e a diferença de potencial V nos extremos de um condutor metálico, mantido em temperatura ambiente, realizando uma experiência semelhante àquelas descritas nas figuras dos itens 9 e 16. Georg Simon Ohm constatou que a razão (divisão) entre a voltagem V e a corrente I no condutor metálico é constante.

Simbolicamente:

$$\frac{V}{I} = \text{constante}$$

Ohm observou ainda que cada condutor metálico apresenta uma constante característica. Então, se a voltagem nos extremos de um condutor é  $V = 10,0$  volts e a corrente é  $I = 0,10$  A, a constante deste condutor é \_\_\_\_\_ (número e unidade).

\*\*\*\*\*

$$\text{constante} = \frac{V}{I} = \frac{10,0 \text{ volts}}{0,10 \text{ A}} = 100 \text{ volts/A}$$

19 ■ A razão entre a diferença de potencial V e a corrente I num condutor metálico mantido a temperatura constante, descrita conforme o item 18, é denominada Lei de Ohm.

A Lei de Ohm diz, então, que num condutor metálico, (mantido; não mantido) a temperatura constante, a relação entre a \_\_\_\_\_ e a \_\_\_\_\_ é constante.

\*\*\*\*\*

mantido; voltagem (ou diferença de potencial); corrente

20 **V** constante. Cada condutor apresenta uma constante característica. Esta constante representa a resistência do condutor à passagem de corrente. Se simbolizarmos a constante por R, a Lei de Ohm pode ser escrita:

$$\frac{V}{I} = \text{-----}$$

\*\*\*\*\*

R

21 **Cada condutor apresenta então uma resistência específica à passagem de corrente. A resistência R de um condutor no qual flui uma corrente I sob uma diferença de potencial V é determinada, então, pela relação** \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

$$R = \frac{V}{I}$$

22 **Um condutor está sob uma diferença de potencial de 1,5 volts e através dele flui uma corrente de  $1,0 \times 10^{-3}$  A. A resistência deste condutor é R =** \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

$$\frac{1,5 \text{ volts}}{1,0 \times 10^{-3} \text{ A}} = 1,5 \times 10^3 \frac{\text{volts}}{\text{A}}$$

23 **A unidade de medida de resistência elétrica no SI é, então,** \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

$\frac{\text{volts}}{\text{ampère}}$

24 **Volts/ampère é a unidade de medida da \_\_\_\_\_ no SI. Ela foi denominada ohm e seu símbolo é  $\Omega$  (letra grega ômega, maiúscula).**

\*\*\*\*\*

resistência elétrica

25 **Portanto, a resistência elétrica do condutor descrito no item 22 é  $1,5 \times 10^3$  volts/ampère ou  $1,5 \times 10^3$  ohms ou  $1,5 \times 10^3$  \_\_\_\_\_ (símbolo).**

\*\*\*\*\*

$\Omega$

26 **Qual é a resistência de um condutor que sob a diferença de potencial  $V = 3,0$  volts deixa fluir uma corrente  $I = 1,5 \times 10^{-2}$  A?**

\*\*\*\*\*

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3,0 \text{ volts}}{1,5 \times 10^{-2} \text{ A}} = 2,0 \times 10^2 \text{ volts/A} = 2,0 \times 10^2 \text{ ohms} = 2,0 \times 10^2 \Omega$$

27 **Um condutor é mantido a temperatura constante. Submetido a diferentes voltagens foram obtidas diferentes correntes, conforme mostra a tabela ao lado. Calcule a resistência deste condutor para cada medida (preencha a tabela).**

V (volts)	I (A)	R ( $\Omega$ )
1,5	$1,5 \times 10^{-2}$	
3,0	$3,0 \times 10^{-2}$	
4,5	$4,5 \times 10^{-2}$	
6,0	$6,0 \times 10^{-2}$	
7,5	$7,5 \times 10^{-2}$	
9,0	$9,0 \times 10^{-2}$	

\*\*\*\*\*

Para todas as medidas,  $R = 1,0 \times 10^2 \Omega$ .

20 Podemos dizer, então, que o condutor do item 27 (apresenta; não apresenta) resistência constante e portanto (obedece; não obedece) à Lei de Ohm, pois esta lei diz que a divisão da voltagem pela corrente que flui num condutor à temperatura constante (é; não é) constante.

\*\*\*\*\*

apresenta; obedece; é

29 No condutor descrito no item 27, qual seria a voltagem se a corrente fosse  $I = 0,20 \text{ A}$ ?

\*\*\*\*\*

$\frac{V}{I} = R$ , ou  $V = R \cdot I \therefore V = 1,0 \times 10^2 \frac{\text{volts}}{\text{A}} \times 0,20 \text{ A} = 20 \text{ volts}$

30 A outra maneira de se expressar a Lei de Ohm é  $V = \underline{\hspace{2cm}}$ , onde  $V$  é a  $\underline{\hspace{2cm}}$ ,  $R$  é a  $\underline{\hspace{2cm}}$  e  $I$  é a  $\underline{\hspace{2cm}}$  que flui pelo condutor.

\*\*\*\*\*

$R \cdot I$ ; voltagem; resistência constante; corrente

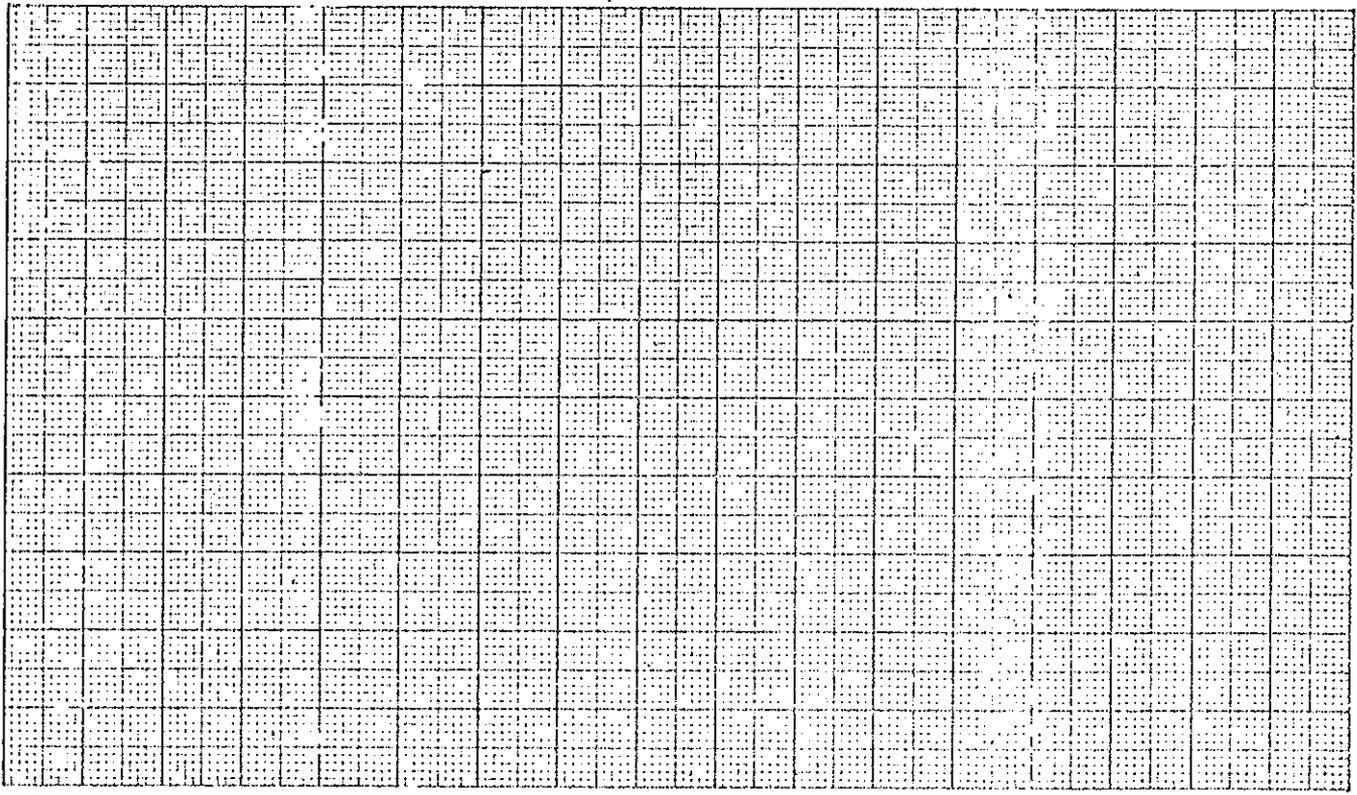
31  $V = R \cdot I$  (representa; não representa) a Lei de Ohm. Para um dado condutor metálico que não sofra variações sensíveis de temperatura, a sua resistência  $R$  (é; não é) constante.

Se  $R$  é constante, a relação  $V = R \cdot I$  (é; não é) uma função linear.

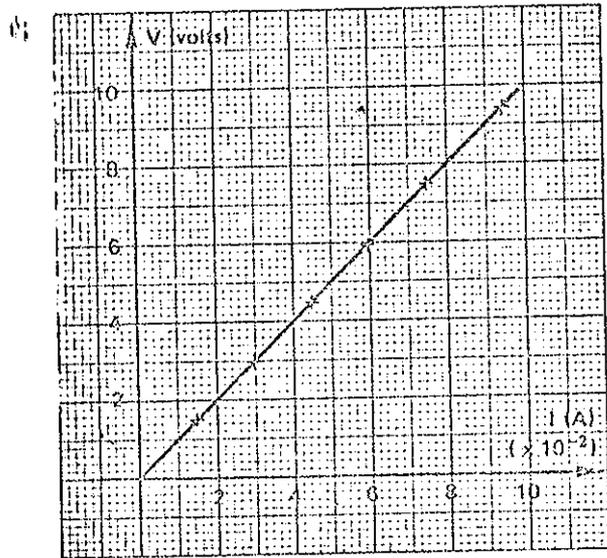
\*\*\*\*\*

representa; é; é

32  $V = R \cdot I$ : para  $R$  constante, representa uma função linear. O gráfico cartesiano  $V \times I$  (é; não é) uma reta. Tome os valores da tabela do item 27 e construa o gráfico  $V \times I$ , colocando  $I$  no eixo das abscissas.



\*\*\*\*\*



33 m Calcule a declividade da reta do gráfico acima. Ela vale \_\_\_\_\_ e (é; não é) igual à resistência elétrica do condutor.

\*\*\*\*\*

100 volts/A; é

34 m Todo e qualquer condutor que obedece à Lei de Ohm, isto é, cujo gráfico cartesiano  $V \times I$  é uma reta, (apresenta; não apresenta) resistência constante. Esses condutores são denominados condutores ôhmicos.

\*\*\*\*\*

apresenta

35 m Um condutor é ôhmico quando o gráfico cartesiano \_\_\_\_\_ for uma \_\_\_\_\_, isto é, (obedece; não obedece) à Lei de Ohm,  $V = R \cdot I$ .

\*\*\*\*\*

$V \times I$ ; reta; obedece

36 m Em geral, os condutores metálicos mantidos a temperatura constante são ôhmicos, isto é, (apresentam; não apresentam) resistência constante.

\*\*\*\*\*

apresentam

### PROBLEMAS RESOLVIDOS

#### PROBLEMA 1

A corrente que flui num condutor sob uma diferença de potencial de 6,0 volts é de 0,20 A. Determinar a sua resistência.

1 m A Lei de Ohm exprime uma relação simples entre corrente, diferença de potencial e resistência. Tal relação é: \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

$$R = \frac{V}{I}$$

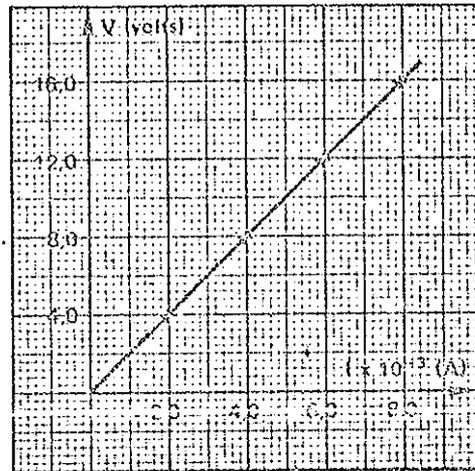
2 ■ No enunciado do problema,  $V =$  \_\_\_\_\_ e  $I =$  \_\_\_\_\_. Portanto,  $R =$  \_\_\_\_\_ (número e unidade).

\*\*\*\*\*

6,0 volts; 0,20 A;  $30 \Omega$

**PROBLEMA 2**

O gráfico da voltagem  $V$  e a corrente  $I$  em um condutor é mostrado na figura ao lado. Qual é o valor da resistência  $R$  deste condutor?



1 ■ O gráfico  $V \times I$  acima é retilíneo. Portanto, o valor da resistência (é; não é) constante.

\*\*\*\*\*

é

2 ■ Este condutor (é; não é) ôhmico.

\*\*\*\*\*

é

3 ■ O condutor é ôhmico quando \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

a sua resistência é constante.

4 ■ Podemos calcular o valor da resistência, no gráfico  $V \times I$ , determinando a \_\_\_\_\_ da reta.

\*\*\*\*\*

declividade

5 ■ A resistência deste condutor é então \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

$R = 2,0 \times 10^3 \Omega$

**PROBLEMA 3**

No condutor mencionado no problema 2, qual seria o valor da intensidade da corrente elétrica quando submetido a uma voltagem de 10 volts?

1 ■ A resistência do condutor é  $R =$  \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

$2,0 \times 10^3 \Omega$

2 ■ A lei que relaciona a corrente  $I$ , a voltagem  $V$  e a resistência  $R$  é chamada de \_\_\_\_\_  
Matematicamente é expressa por: \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

Lei de Ohm;  $R = \frac{V}{I}$

3 ■  $R = \frac{V}{I}$ . Desta relação podemos calcular a corrente. Então,  $I =$  \_\_\_\_\_ (em termos de  $V$  e  $R$ ).

\*\*\*\*\*

$I = \frac{V}{R}$

4 ■ Portanto, substituindo os valores e resolvendo a equação,  $I =$  \_\_\_\_\_ (número e unidade).

\*\*\*\*\*

$I = \frac{10 \text{ volts}}{2,0 \times 10^3 \Omega} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ A} = 5,0 \text{ mA}$

**PROBLEMA 4**

Um fio de resistência  $R = 100 \Omega$  está sob uma diferença de potencial  $V = 1,5$  volts. Determine a corrente no fio.

1 ■ Podemos calcular a intensidade de corrente no fio aplicando a Lei de \_\_\_\_\_

2 ■ \*\*\*\*\*

Ohm

2 ■ Esta lei é definida, matematicamente, por: \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

$V = R \cdot I$  ou  $\left( R = \frac{V}{I} \text{ ou } I = \frac{V}{R} \right)$

3 ■ Portanto,  $I =$  \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

$1,5 \times 10^{-2} \text{ A}$  ou  $15 \text{ mA}$

**PROBLEMA 5**

No problema 4, qual é a quantidade de carga que flui através do fio em 10 segundos?

1 ■ A intensidade da corrente elétrica é definida como  $I =$  \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

$\frac{Q}{\Delta t}$

2 ■ Portanto, a carga  $Q =$  \_\_\_\_\_ (em termos de  $I$  e  $\Delta t$ ).

\*\*\*\*\*

$I \cdot \Delta t$

3 ■ Logo,  $Q =$  \_\_\_\_\_ (número e unidade).

\*\*\*\*\*

$Q = 1,5 \times 10^{-2} \text{ A} \times 10 \text{ s} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ A} \cdot \text{s} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ C}$

4 ■ Portanto, em 10 s, flui uma carga de \_\_\_\_\_ no fio.

\*\*\*\*\*

$1,5 \times 10^{-1} \text{ C}$

**PROBLEMA 6**  
No problema 5, qual é a quantidade de elétrons que se movimentam no fio durante os 10 s?

1 ■ Já sabemos que num fio as partículas que se movimentam são os (elétrons; prótons), que possuem cargas \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

elétrons; negativas

2 ■ A carga de 1 elétron é, em módulo, 1 carga elementar ou \_\_\_\_\_ coulombs.

\*\*\*\*\*

$1,6 \times 10^{-19}$

3 ■ Portanto, cada elétron possui  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$  de carga (a menos do sinal). O nosso objetivo é determinar o número de elétrons que constitui uma carga de \_\_\_\_\_.

\*\*\*\*\*

$1,5 \times 10^1 \text{ C}$

4 ■ Logo, (devemos; não devemos) efetuar uma regra de três simples.

\*\*\*\*\*

devemos

5 ■ Portanto, a quantidade de elétrons que flui no fio durante os 10 s é \_\_\_\_\_.

\*\*\*\*\*

$1 \text{ elétron} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$   
 $x \text{ elétrons} = 1,5 \times 10^{-1} \text{ C} \quad \therefore x \cong 1,0 \times 10^{18} \text{ elétrons}$

**PROBLEMA 7**  
Que voltagem devemos aplicar nos extremos de um condutor ôhmico de resistência  $R = 200 \Omega$  para se obter uma corrente de 100 mA?

1<sup>a</sup> Para se determinar a voltagem devemos aplicar a Lei de \_\_\_\_\_, que é expressa por: \_\_\_\_\_.

\*\*\*\*\*

Ohm;  $V = R \cdot I$

2<sup>a</sup> A resistência  $R =$  \_\_\_\_\_ e  $I =$  \_\_\_\_\_.

\*\*\*\*\*

200  $\Omega$ ; 100 mA

3<sup>a</sup>  $I = 100$  mA. O mA (miliampère) corresponde a  $10^{-3}$  A. (Devemos; Não devemos) converter mA em A para aplicarmos na Lei de Ohm.

\*\*\*\*\*

Devemos

4<sup>a</sup> 100 mA = \_\_\_\_\_ A.

\*\*\*\*\*

0,1

5<sup>a</sup> Portanto,  $V =$  \_\_\_\_\_.

\*\*\*\*\*

200  $\Omega \cdot 0,1$  A = 20  $\Omega \cdot$  A = 20 volts

## QUESTÕES DE ESTUDO

As questões de estudo apresentadas a seguir têm por objetivo que você mesmo verifique a sua fluência quanto ao entendimento do assunto que acabou de estudar. Verificará que não é necessário mais que alguns minutos para isso. Se encontrar dificuldade em alguma questão, você poderá verificar a resposta exata voltando ao texto.

- 1<sup>a</sup> Num condutor metálico, a corrente elétrica é constituída somente de elétrons livres. Certo ou errado?
- 2<sup>a</sup> Num condutor metálico, o que acontece em relação ao movimento livre dos elétrons?
- 3<sup>a</sup> Descreva uma analogia mecânica em relação à resistência elétrica.
- 4<sup>a</sup> Numa solução iônica, a corrente elétrica existe desde que exista diferença de potencial entre duas regiões. Certo ou errado?
- 5<sup>a</sup> Os íons que se movimentam numa solução iônica encontram resistência das \_\_\_\_\_.
- 6<sup>a</sup> O medidor de corrente é chamado \_\_\_\_\_.
- 7<sup>a</sup> O voltímetro é um instrumento que serve para \_\_\_\_\_.
- 8<sup>a</sup> O que significa "voltagem"?
- 9<sup>a</sup> Num circuito elétrico, se aumentarmos a diferença de potencial, a corrente (aumentará; diminuirá).
- 10<sup>a</sup> Quem estudou pela primeira vez o comportamento de um condutor metálico em relação a corrente e voltagem?
- 11<sup>a</sup> Que tipo de experiência ele realizou e qual foi o resultado obtido?
- 12<sup>a</sup> Enuncie a Lei de Ohm.

- 13 " Todo condutor possui a mesma resistência. Certo ou errado?
- 14 " Defina unidade de medida de resistência elétrica.
- 15 " O que significa o símbolo  $\Omega$ ?
- 16 "  $V = R \cdot I$  representa a Lei de Ohm. Certo ou errado?
- 17 "  $V = R \cdot I$  representa uma função \_\_\_\_\_.
- 18 " O que significa condutor ôhmico?
- 19 " Pode-se afirmar que, em geral, os condutores metálicos, desde que se mantenha a temperatura praticamente invariável, possuem resistência constante?

Após isso, você deve estar apto para:

- conceituar resistência elétrica.
- enunciar a Lei de Ohm.
- caracterizar os condutores de acordo com a Lei de Ohm (resistência).
- definir a unidade de medida de resistência elétrica.
- definir condutor ôhmico.
- resolver problemas propostos.

### PROBLEMAS A RESOLVER

- Qual é a diferença de potencial que devemos aplicar nos extremos de um condutor de resistência  $24 \Omega$  para obtermos uma corrente de  $1,0 \text{ A}$ ?
- No problema 1, qual é a quantidade de carga que flui no condutor em  $20 \text{ s}$ ?
- Sob uma diferença de potencial de  $6,0 \text{ volts}$ , a corrente num filamento metálico é  $1,5 \text{ A}$ . Qual é o valor da resistência do filamento?
- É aplicada uma diferença de potencial elétrico igual a  $12,0 \text{ volts}$  nas extremidades de um fio de resistência igual a  $2,0 \Omega$ . Qual é a intensidade de corrente que percorre o fio?
- $30 \text{ coulombs}$  de carga fluem através de um condutor em  $2,0 \text{ s}$ , quando a diferença de potencial é de  $100 \text{ volts}$ . Qual é o valor da resistência deste condutor?
- Uma lâmpada é ligada a uma bateria de  $12 \text{ volts}$  e a corrente no filamento é  $0,5 \text{ A}$ . Calcule a resistência da lâmpada.
- Um chuveiro tem resistência de  $10 \Omega$ . Qual é a corrente quando ligado a  $120 \text{ volts}$ ?
- Um aparelho consome uma corrente de  $100 \text{ mA}$  quando ligado a  $100 \text{ volts}$ . Qual é a resistência deste aparelho?
- Um aparelho obedece à Lei de Ohm. Suponha que a corrente no aparelho seja dobrada.
  - Por qual fator a voltagem no aparelho é multiplicada?
  - O que acontece com a resistência do aparelho?
- Num fio de resistência  $R = 2,0 \times 10^2 \Omega$  flui uma carga  $Q = 4,0 \times 10^{-3} \text{ C}$  em  $2,0 \text{ s}$ . Calcule:
  - a corrente;
  - a diferença de potencial.
- Entre dois pontos existe uma diferença de potencial de  $12 \text{ volts}$ . Quer-se limitar a corrente entre estes pontos a  $0,1 \text{ A}$ . Qual deve ser a resistência do condutor existente entre os pontos?

12 ■ No problema 11, qual deve ser a resistência para que a corrente seja 0,06 A?

19 ■ No problema 11, qual deve ser a resistência para que a corrente seja 100 vezes menor?

## RESPOSTAS

1 ■  $V = 24$  volts;

2 ■  $Q = I \cdot \Delta t = 20$  C;

3 ■  $R = 4,0$   $\Omega$ ;

4 ■  $I = 6,0$  A;

6 ■  $I = \frac{Q}{\Delta t} \therefore R = \frac{V}{I} = \frac{V}{\frac{Q}{\Delta t}} = \frac{V \cdot \Delta t}{Q} = 6,7$

6 ■  $R = 24$   $\Omega$ ;

7 ■  $I = 12$  A;

8 ■  $R = 10^3$   $\Omega$ ;

9 ■ a)  $V = R \cdot I$ : como o aparelho obedece à Lei de Ohm,  $R$  é constante; então, se  $I$  duplica,  $V$  também duplica.  
b) A resistência permaneceu constante, pois o aparelho obedece à Lei de Ohm.

10 ■ a)  $I = 2,0 \times 10^{-3}$  A = 2,0 mA;

b)  $V = 0,40$  volts;

11 ■  $R = 120$   $\Omega$ ;

12 ■  $R = 2 \times 10^2$   $\Omega$ ;

13 ■  $R = 12 \times 10^3$   $\Omega$ .

## TRABALHO A REALIZAR

Agora você poderá fazer, com a orientação de seu professor, a Experiência 2 à pág. 296.

## B - CONDUTORES ÔHMICOS E NÃO-ÔHMICOS RESISTORES

- 1 ■ Na parte A desta seção foi visto que um condutor é dito ôhmico quando: (assinale as verdadeiras)
- a sua resistência elétrica for constante.
  - o gráfico cartesiano  $V \times I$  for uma reta.
  - o gráfico cartesiano  $V \times I$  não for uma reta.
  - a corrente que passa por ele for diretamente proporcional à voltagem.

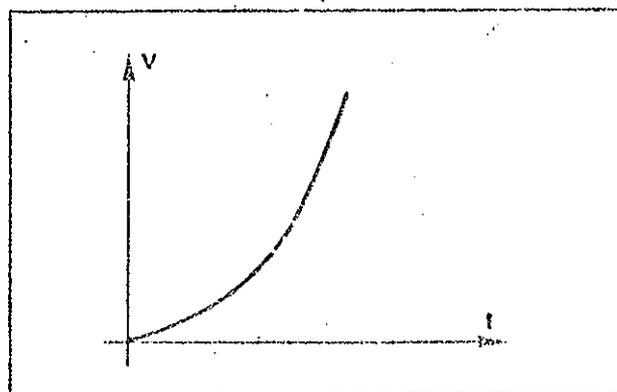
\*\*\*\*\*

a; b; d

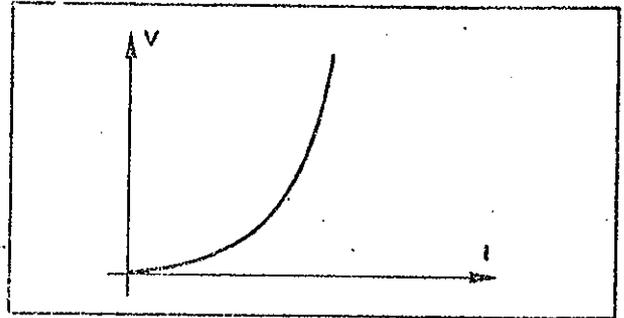
- 2 ■ Nem todos os condutores são ôhmicos. O gráfico ao lado representa a variação da corrente em função da voltagem aplicada: é o que chamamos de curva característica do elemento. O exemplo representa a curva característica de uma lâmpada de filamento, idêntica às usadas em lanternas. Podemos observar que a curva característica (é; não é) uma linha reta. Portanto, o filamento da lâmpada (é; não é) ôhmico.

\*\*\*\*\*

não é; não é



3. Já vimos que podemos ter movimento de cargas, isto é, corrente elétrica, no vácuo, como no caso de válvulas. O gráfico ao lado representa a curva característica de um tipo de válvula denominado díodo. O díodo (é; não é) ôhmico, pois o gráfico (é; não é) uma linha reta, o que mostra que a resistência do díodo varia.



\*\*\*\*\*

não é; não é

4. A curva característica é o gráfico cartesiano da \_\_\_\_\_ em função da \_\_\_\_\_ de um elemento qualquer. Quando a curva característica é uma reta, o elemento é dito ser \_\_\_\_\_. Caso contrário, o elemento é dito ser \_\_\_\_\_.

\*\*\*\*\*

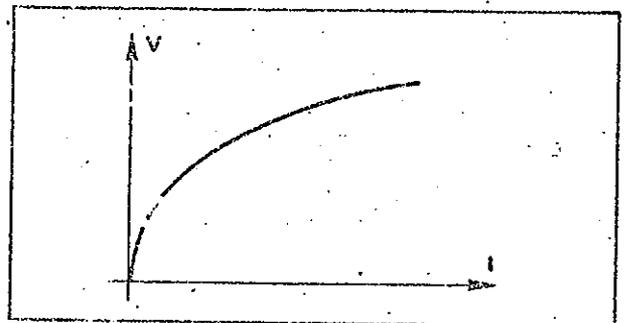
voltagem; corrente; ôhmico; não-ôhmico

5. Quando a curva característica é uma linha reta, a resistência (é; não é) constante.

\*\*\*\*\*

é

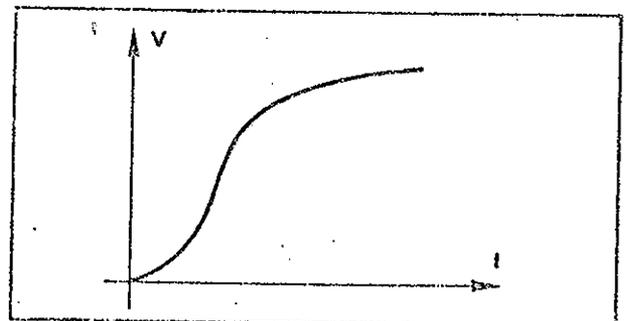
6. Um outro elemento muito utilizado na eletrônica é o VDR (abreviatura de voltage depending resistor, cuja tradução é resistência que depende da voltagem). O gráfico ao lado é a sua curva característica. Podemos dizer que o VDR (é; não é) ôhmico, pois o gráfico (é; não é) uma linha reta.



\*\*\*\*\*

não é; não é

7. O gráfico ao lado representa a curva característica de um outro elemento: o termistor. Este elemento apresenta grande variação em sua resistência com a variação de sua temperatura. O termistor (é; não é) ôhmico, pois a curva característica (é; não é) uma reta.



\*\*\*\*\*

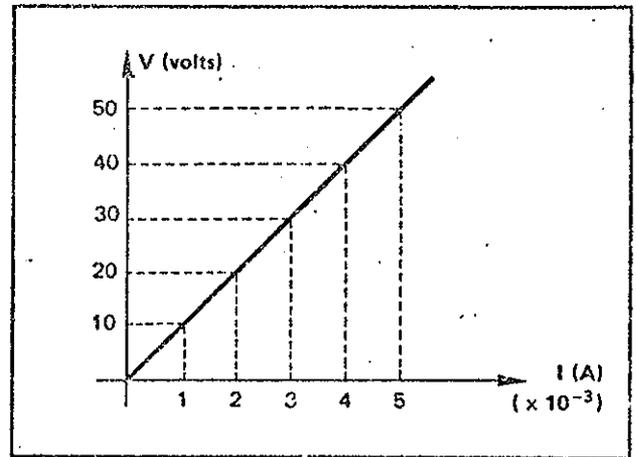
não é; não é

8. Se você abrir um rádio encontrará diversos elementos cilíndricos pequenos com algumas faixas coloridas, como você pode ver no Apêndice à pág. 185. Estes elementos são condutores que limitam a corrente elétrica nos diversos trechos de um circuito elétrico. Eles são denominados resistores. Os resistores são feitos para terem resistência elétrica de diversos valores. Os resistores são elementos que quando colocados num circuito elétrico (limitam; não limitam) a corrente elétrica; portanto, (possuem; não possuem) resistência elétrica.

\*\*\*\*\*

limitam; possuem

1) O gráfico ao lado representa a curva característica de um resistor. Os resistores, em geral, são feitos de carvão depositado sobre um cilindro de porcelana. Dependendo da grossura da camada depositada, têm-se valores diferentes de resistência. Analisando-se o gráfico ao lado podemos dizer que o resistor (é; não é) um elemento ôhmico, pois o gráfico é uma \_\_\_\_\_



\*\*\*\*\*

é; linha reta

2) O resistor descrito pela curva característica no item 9 possui uma resistência (variável; constante) que vale  $R =$  \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

constante; 10 000 ohms

PROBLEMAS RESOLVIDOS

PROBLEMA 1

Foi realizada uma experiência onde se mediu a corrente  $I$  que passa no resistor  $R$  e a voltagem neste resistor. Veja a figura abaixo. Nos pontos A e B foram ligados, sucessivamente, 1, 2, 3, 4, 5 e 6 pilhas de lanterna. Os dados obtidos estão representados na tabela abaixo.

Levante a curva característica e determine a resistência do resistor  $R$ .

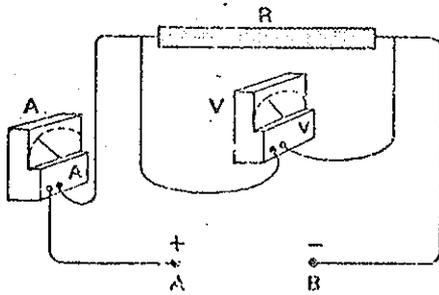


Tabela de dados

V (volts)	I (A)
1,5	$150 \times 10^{-3}$
3,0	$300 \times 10^{-3}$
4,5	$450 \times 10^{-3}$
6,0	$600 \times 10^{-3}$
7,5	$750 \times 10^{-3}$
9,0	$900 \times 10^{-3}$

1) O positivo da pilha foi ligado ao ponto (A; B) do circuito. A corrente elétrica flui no sentido (horário; anti-horário), mas os elétrons no sentido \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

A; horário; anti-horário

2) O instrumento A mede a (corrente; voltagem) e o instrumento V a \_\_\_\_\_ no resistor  $R$ . O instrumento A é denominado \_\_\_\_\_ e o instrumento V é denominado \_\_\_\_\_

\*\*\*\*\*

corrente; voltagem; amperímetro; voltímetro

3 ■ O primeiro dado na tabela corresponde a uma pilha entre A e B. Nesta situação, o voltímetro mede \_\_\_\_\_ volts e o amperímetro \_\_\_\_\_ ampères.

\*\*\*\*\*

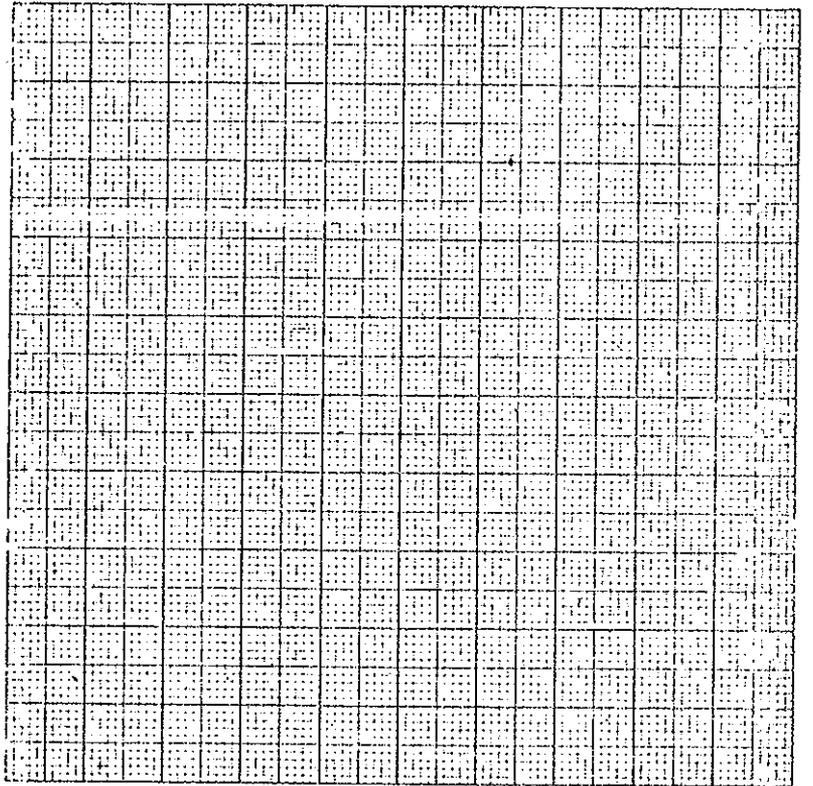
1,5;  $150 \times 10^{-3}$  ou 150 mA

4 ■ Quando usamos 6 pilhas entre A e B, a voltagem nos extremos do resistor é \_\_\_\_\_ e a corrente que passa no resistor é \_\_\_\_\_.

\*\*\*\*\*

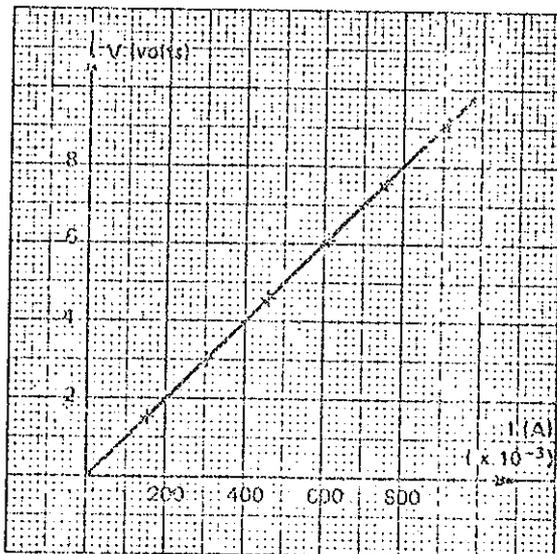
9,0 volts;  $900 \times 10^{-3}$  A ou 900 mA

5 ■ Para levantar a curva característica do resistor devemos colocar os valores das voltagens no eixo das \_\_\_\_\_ e os valores da corrente no eixo das \_\_\_\_\_. Construa ao lado a curva característica.



\*\*\*\*\*

ordenadas; abscissas



6 ■ Analisando o gráfico anterior podemos afirmar que o resistor (é; não é) ôhmico, pois todo elemento ôhmico apresenta como curva característica \_\_\_\_\_ . O resistor apresenta então resistência (constante; não constante).

\*\*\*\*\*

é; uma linha reta; constante

7 ▽ O valor da resistência é determinado pela declividade da reta. O seu valor é \_\_\_\_\_ .

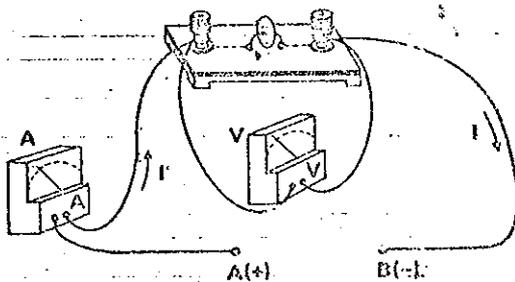
\*\*\*\*\*

$R = 10 \Omega$

**PROBLEMA 2**

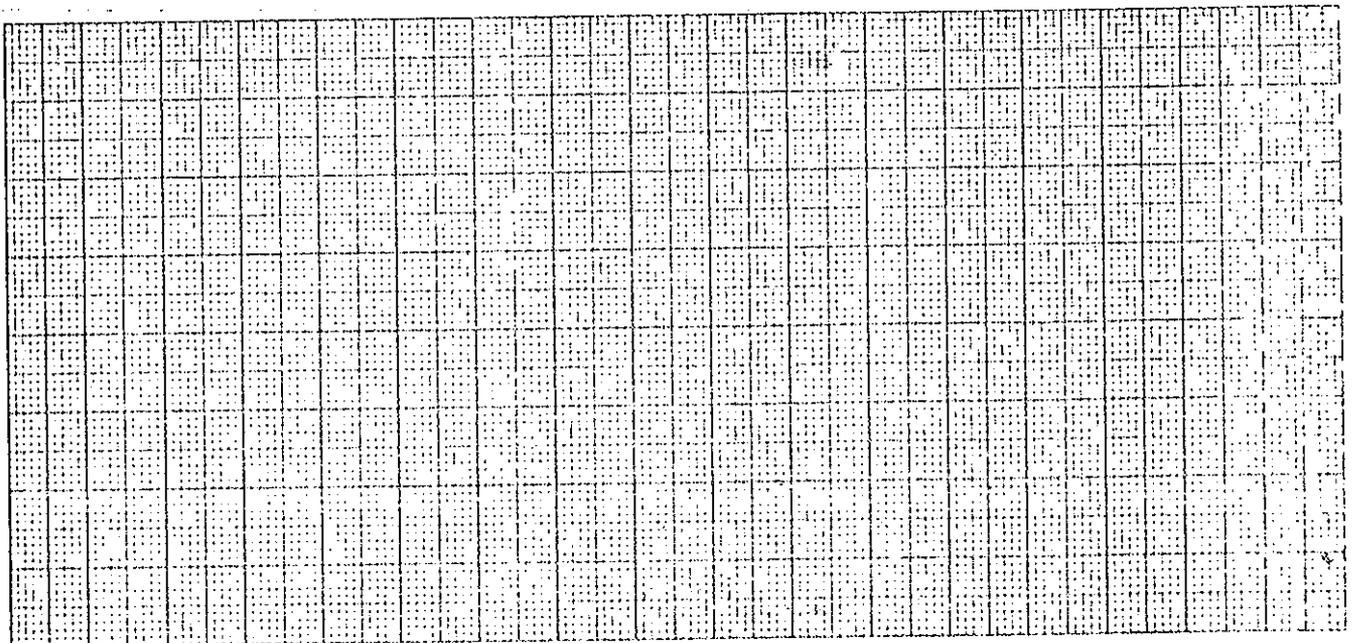
A mesma experiência do problema 1 foi repetida, trocando-se agora o resistor por um VDR, conforme mostra a figura. Os dados obtidos estão na tabela abaixo.

Construa a curva característica e verifique se o VDR é ou não ôhmico.



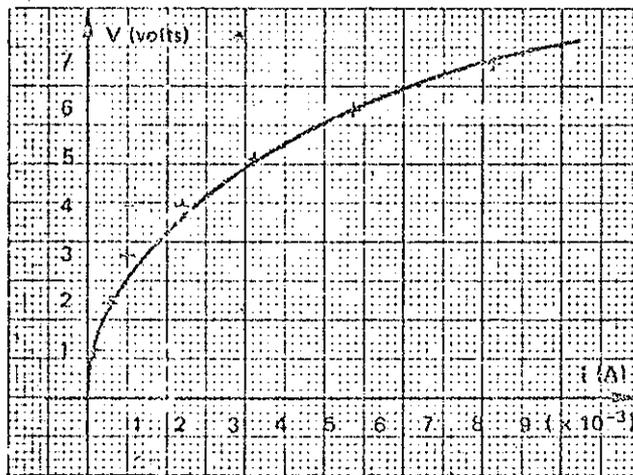
V (volts)	I (A)
1,00	$0,10 \times 10^{-3}$
2,00	$0,40 \times 10^{-3}$
3,00	$0,80 \times 10^{-3}$
4,0	$1,90 \times 10^{-3}$
5,0	$3,40 \times 10^{-3}$
6,0	$5,40 \times 10^{-3}$
7,0	$8,30 \times 10^{-3}$

1 ■ Levante abaixo a curva característica do VDR. No eixo das ordenadas devemos colocar os valores de (V; I) e no eixo das abscissas os valores de \_\_\_\_\_ .



\*\*\*\*\*

V; I;



2 ■ Podemos observar que a curva característica (é; não é) uma linha reta. Portanto, a resistência do VDR (é; não é) constante.

\*\*\*\*\*

não é; não é

3 ■ Logo, o VDR (é; não é) ôhmico.

\*\*\*\*\*

não é

### QUESTÕES DE ESTUDO

As questões de estudo apresentadas a seguir têm por objetivo que você mesmo verifique a sua fluência quanto ao entendimento do assunto que acabou de estudar. Verificará que não é necessário mais que alguns minutos para isso. Se encontrar dificuldade em alguma questão, você poderá verificar a resposta exata voltando ao texto.

- 1 ■ Caracterize um condutor ôhmico.
- 2 ■ Todos os condutores são ôhmicos. Certo ou errado?
- 3 ■ O que caracteriza um condutor não-ôhmico?
- 4 ■ O que é curva característica de um certo elemento?
- 5 ■ Desenhe uma curva característica de um elemento ôhmico e outra de um elemento não-ôhmico.
- 6 ■ Se variarmos a voltagem nos extremos de uma lâmpada de filamento, como varia a corrente elétrica que flui através da mesma? Justifique.
- 7 ■ O que é VDR? Qual é a sua curva característica?
- 8 ■ O que são resistores? Qual é a sua função?

Após isso, você deve estar apto para:

- a. distinguir elementos ôhmicos de não-ôhmicos.
- b. descrever um resistor.
- c. construir uma curva característica de um elemento.
- d. a partir da curva característica de um elemento, dizer se a sua resistência varia ou não.

## PROBLEMAS A RESOLVER

1. Foi feita uma experiência para levantar a curva característica de um elemento. Os dados constantes da tabela ao lado foram obtidos da experiência.

- Construa a curva característica do elemento.
- O elemento é ôhmico?
- Por quê?

Utilize a folha de gráfico abaixo.

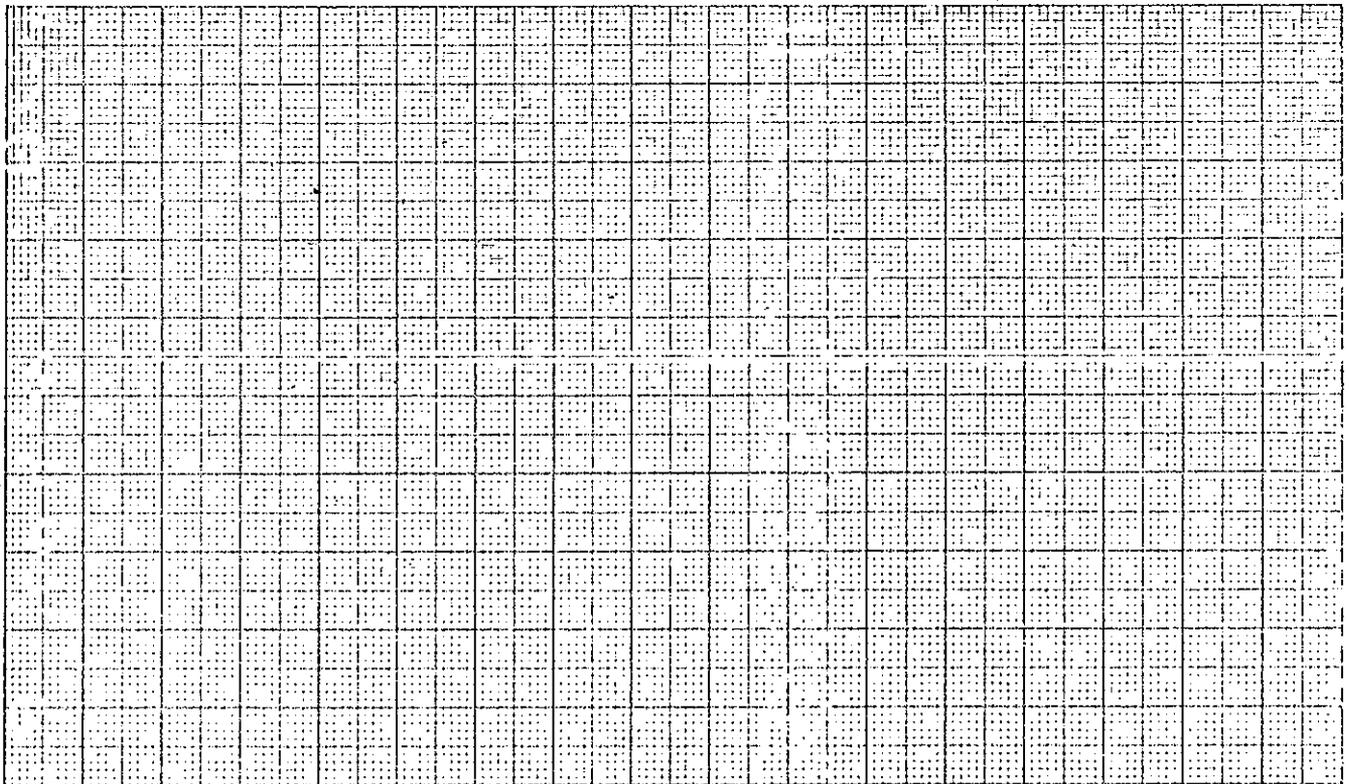
V (volts)	I (A)
0,00	0,00
0,75	$90 \times 10^{-3}$
1,35	$110 \times 10^{-3}$
2,50	$150 \times 10^{-3}$
3,50	$180 \times 10^{-3}$
4,40	$200 \times 10^{-3}$
5,30	$230 \times 10^{-3}$

Os valores constantes da tabela ao lado são os dados obtidos para se levantar a curva característica de um elemento.

- Levante a curva característica do elemento.
- O elemento é ôhmico?
- Por quê?

Utilize a folha de gráfico abaixo.

V (volts)	I (A)
0,9	$0,44 \times 10^{-3}$
1,4	$0,67 \times 10^{-3}$
1,9	$0,80 \times 10^{-3}$
2,4	$1,10 \times 10^{-3}$
2,9	$1,30 \times 10^{-3}$
3,4	$1,50 \times 10^{-3}$
3,9	$1,75 \times 10^{-3}$
4,4	$1,95 \times 10^{-3}$
4,8	$2,20 \times 10^{-3}$
5,2	$2,40 \times 10^{-3}$

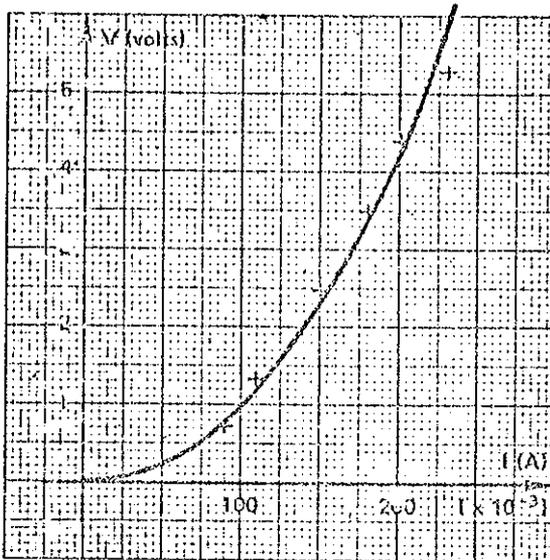


3. No caso do elemento do problema 2, qual é a sua resistência?

4. Um resistor de resistência  $R = 2 \times 10^3 \Omega$  é ligado a uma pila de 1,5 volts. Qual é a máxima corrente que passa pelo resistor?

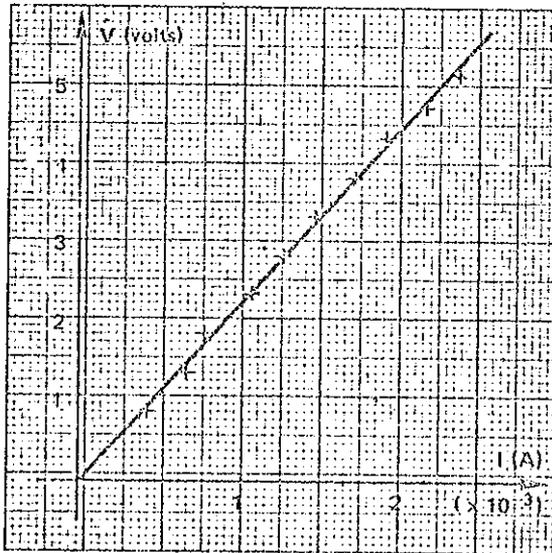
RESPOSTAS

1<sup>a</sup> a)



- b) O elemento não é ôhmico, pois a curva característica não é uma linha reta.
- c) Porque a curva não sendo uma reta implica uma variação da resistência. Os elementos ôhmicos possuem resistência constante.

2<sup>a</sup> a)



- b) O elemento é ôhmico.
- c) Porque a curva característica é uma linha reta, o que mostra que a resistência do elemento é constante.

3<sup>a</sup> A resistência é determinada pela declividade da reta. Portanto,  $R \cong 2\,250 \, \Omega$

$$4<sup>a</sup> I = \frac{V}{R} = \frac{1,5}{2 \times 10^3} = 0,75 \times 10^{-3} \text{ A} = 0,75 \text{ mA.}$$

TRABALHO A REALIZAR

Agora você poderá fazer, com a orientação de seu professor, a Experiência 3 à pág. 297.

### APÊNDICE: RESISTORES

No desenvolvimento do texto e do trabalho experimental serão usados dois tipos de resistores:

- a) tipo carvão depositado
- b) potenciômetro de fio ou carvão

### TIPO CARVÃO DEPOSITADO

É constituído de um cilindro de material isolante (porcelana) sobre o qual é depositada uma camada de carbono. A quantidade de carbono depositada determina a resistência ôhmica. Sua espessura não ultrapassa uma fração de milímetro.

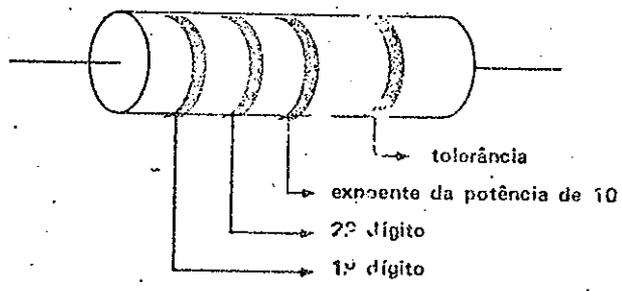
O cilindro é recoberto com uma camada de tinta, sobre a qual é indicado o valor da resistência através de um código de cores. Em geral, a espessura da camada de carbono depositada também limita a potência que o resistor pode dissipar, sem se deteriorar.

### CÓDIGO DE CORES PARA RESISTORES

- 0 - preto
- 1 - marrom
- 2 - vermelho
- 3 - laranja
- 4 - amarelo
- 5 - verde
- 6 - azul
- 7 - violeta
- 8 - cinza
- 9 - branco

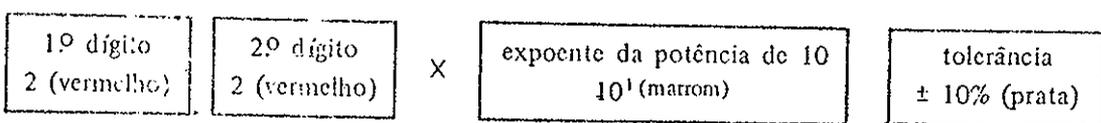
Faixa de tolerância: {  
 Ouro ± 5%  
 Prata ± 10%  
 Nada ± 20%

Arranjo de cores para resistores:



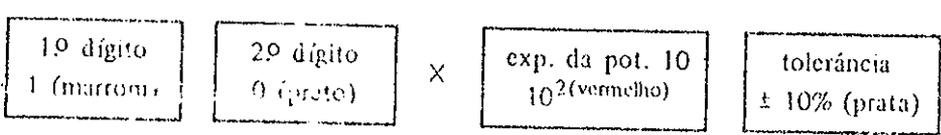
### COMO SE FAZ A LEITURA DO VALOR DA RESISTÊNCIA

No resistor desenhado acima:



Logo,  $R = 22 \times 10^1 = 220$  ohms.

No resistor ao lado:



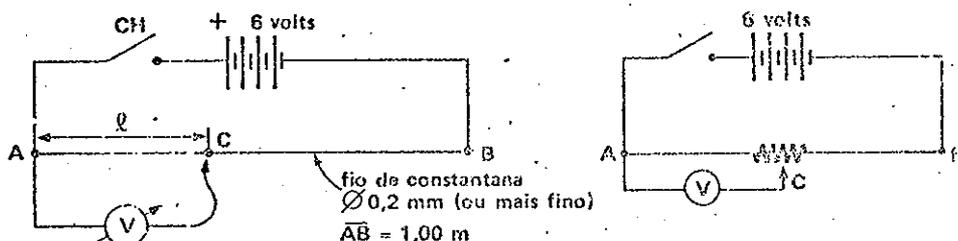
Logo,  $R = 10 \times 10^2$  ohms ou 1 000 ohms.

## EXPERIÊNCIA 2. DIVISOR DE VOLTAGEM (OU TENSÃO)

- OBJETIVOS:**
- Determinar a queda de tensão ao longo de uma resistência metálica (fio condutor).
  - Mostrar que a queda de tensão varia linearmente com o comprimento do fio.
  - Construir um divisor de tensão utilizando-se de um potenciômetro comercial.

- MATERIAL UTILIZADO:**
- fio de constantana (0,2 mm de diâmetro aproximadamente);
  - 4 pilhas de 1,5 volts cada uma;
  - base isolante de madeira de 1,20 metros de comprimento;
  - voltímetro (multímetro);
  - fita métrica;
  - fios de ligação;
  - potenciômetro comercial linear de 1,5 k $\Omega$  ou 3,0 k $\Omega$  (vide Apêndice à pág. 185)

- PROCEDIMENTO:**
- Monte sobre a base o fio de constantana esticado entre dois pontos A e B distantes 100 cm.
  - Monte o circuito conforme o diagrama abaixo. Para compreender os símbolos dos elementos do circuito, consulte a pág. 253. Faça o mesmo nas outras experiências.



- Coloque ao lado do fio uma fita métrica.
- Ligue a chave e anote a voltagem entre os pontos A e C, este variável, de 5,0 cm a 5,0 cm.
- Monte agora utilizando-se do potenciômetro, o circuito acima à direita e observe a variação de voltagem.

- ANÁLISE E QUESTÕES:**
- Construa uma tabela com a voltagem, em volts, e o comprimento AC do fio.
  - Construa o gráfico  $V \times l$  ( $l = AC$ ).
  - Calcule a declividade. Qual é a intensidade do campo elétrico ao longo do fio?
  - A tensão entre A e C varia linearmente com o comprimento? Explique.
  - Se você necessitar de uma voltagem igual à metade da existente entre AB, que comprimento AC você deverá considerar? Por que este circuito é chamado de divisor de tensão ou voltagem? Explique.
  - O circuito com o potenciômetro comercial é um divisor de tensão? Justifique.
  - O divisor de voltagem ou tensão fornece voltagens com variação contínua? Explique.
  - Você possui uma pilha de 1,5 volts mas, para uma experiência, necessita de apenas 0,50 volts. Explique o seu procedimento para obter os 0,50 volts.

**RELATÓRIO:** Você deverá entregar um relatório do trabalho. Nele deverão constar claramente: nome do autor, título do trabalho, objetivos, materiais necessários, tabelas, gráficos, respostas às questões formuladas, justificativas dos resultados e suas conclusões. O trabalho não deverá ser feito em folha de papel de caderno.

### EXPERIÊNCIA 3. LEI DE OHM

- OBJETIVOS:**
- Verificar a Lei de Ohm.
  - Caracterizar resistências ôhmicas.
  - Caracterizar resistências não-ôhmicas.

- MATERIAL UTILIZADO:**
- fonte de FEM variável: divisor de tensão;
  - amperímetro e voltmímetro-multitesters (dois);
  - resistores de carvão de  $100 \Omega$  e  $220 \Omega$ , de aproximadamente 0,5 watts de potência;
  - lâmpada de lanterna, de 6,0 volts;
  - resistor VDR;
  - firos de ligação;
  - suportes para resistências (vide Apêndice à pág. 185).

- PROCEDIMENTO:**
- Monte um divisor de tensão conforme a experiência 2, utilizando-se do potenciômetro comercial.

- Monte o circuito conforme o diagrama ao lado, inserindo entre os pontos A e B um resistor de carvão ( $100 \Omega$ ).

- Ligue a chave. Importante: antes de ligar a chave, certifique-se de que não irá danificar os instrumentos. Consulte seu professor para o uso correto do multitester.

- Varie a tensão de 0,5 em 0,5 volts (leia no voltmímetro) através do divisor de tensão e leia os correspondentes valores de corrente indicados pelo amperímetro.

- Repita as operações descritas acima colocando agora uma resistência de  $220 \Omega$  entre A e B. Anote os valores da voltagem e da corrente no resistor.

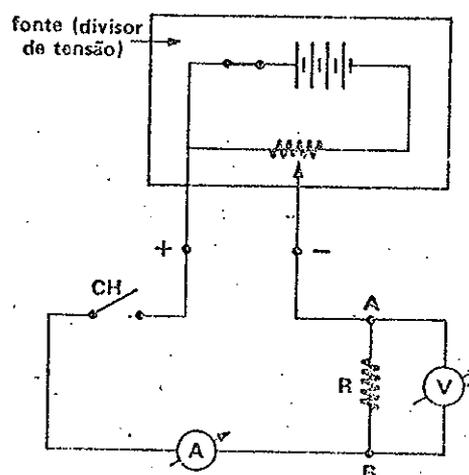
- Idem para a lâmpada (filamento).

- Idem para o resistor VDR.

### ANÁLISE E QUESTÕES:

1. PARA O RESISTOR DE CARVÃO

- Construa uma tabela indicando as voltagens e as respectivas correntes.
- Construa um gráfico  $V \times I$ . É linear a relação entre voltagem e corrente?
- Escreva as correspondentes funções  $V = f(I)$  para cada resistor.
- Compare a furchão do gráfico com a Lei de Ohm.
- O que significa a declividade das retas?
- Compare os valores das resistências obtidos experimentalmente com aqueles nominais (leia os valores através dos códigos de cores).
- Houve interferência, nos resultados da experiência, proveniente das resistências internas do amperímetro e do voltmímetro?



### 2.3.6 - O LABORATÓRIO

Conforme destacamos em nossa introdução, os autores de nossas principais obras didáticas, que eram utilizadas no ensino de Física para o 2º Grau, até a década de 70 e mesmo na maioria das que ainda estão sendo editadas, não davam ou não dão a ênfase considerada necessária para as atividades experimentais. Evidentemente, tal posição se refletia e se reflete no trabalho docente. Mesmo no que diz respeito ao ensino superior não se observa uma posição muito clara acerca do problema, não somente no que diz respeito às formas de abordagem como também aos seus objetivos. É neste sentido a colocação "... é preciso ressaltar - que não se tem uma idéia muito clara acerca da função do Laboratório no processo de desenvolvimento dos cursos experimentais; - falta também uma concepção precisa do papel que ele deve desempenhar na formação dos estudantes nas universidades" (Sa 75,17).

Apesar da Física se constituir numa ciência experimental, é curioso constatar, como a maioria dos professores - programam suas atividades sem nenhuma preocupação com a parte - experimental. O problema das atividades práticas envolve todo um complexo de situações nem sempre superáveis a curto prazo. Os - fatores adversos correspondem a um espectro bastante amplo: Desde a formação do professor, até as condições materiais das escolas, conforme já salientamos. Assim, podemos destacar, entre as principais causas pela não realização de experimentos, em nossas escolas de 2º Grau:

- Falta de local e/ou instalações apropriadas;
- Carência de equipamentos;
- Número excessivo de alunos para uma aula experimental;

- O tempo de duração de uma aula (40 a 50 minutos) não é suficiente, muitas vezes para se desenvolver um experimento completo;

- Falta de apoio por parte da direção de muitos estabelecimentos de ensino para se utilizar sistematicamente os laboratórios;

- Falta de preparo ou interesse de considerável parcela dos professores para a utilização e exploração dos recursos que porventura uma escola disponha;

- Falta de tempo para os professores prepararem previamente o material necessário para um experimento (a maioria dos professores de nossas escolas de 1º e 2º Grau se veem normalmente às voltas com uma sobrecarga de atividades ou número de aulas semanais);

← → - Problemas disciplinares, levam muitos professores a desistir desta atividade;

- Preocupação demasiada com os programas, os quais enfatizam, conforme já destacamos, fatos informativos;

- Pequeno número de aulas (2 aulas em média, semanais) não anima muitos professores a se dedicarem a atividades consideradas muitas vezes não essenciais...

A despeito do quadro esboçado acima, pode-se constatar um progressivo aumento no número de professores que passam a se utilizar sistematicamente do Laboratório, sobretudo a partir da introdução do PSSC em nosso país. Entendemos que um treinamento mais apropriado do futuro professor quando ainda nas universidades poderá, de certa forma, colaborar para se iniciar um processo de ruptura dos muitos entraves acima citados.

Evidentemente, enfatizamos a necessidade da realização de experimentos, não somente em escolas de 2º Grau, mas

torna-se necessário, já no primeiro grau, planejar situações experimentais tais que, à medida que o aluno vai evoluindo, estas vão deixando de ter aspectos qualitativos e fenomenológicos e evoluam para um enfoque mais quantitativo e interpretativo. Tal atitude deve dar realce à utilização do método científico, para que os estudantes sejam treinados a realizar observações e experimentos; possam levantar suposições ou hipóteses, testá-las para validá-las, ou proceder-se a reformulações ou rejeição. A consequência da aplicação do método científico nas atividades experimentais seria o envolvimento do estudante em atividades tais como: Planejar, observar, indagar, experimentar, medir, calcular, construir tabelas, gráficos, modelos, realizar análises críticas, sínteses e a predição de situações, resumidamente: OBSERVAR - EXPERIMENTAR - CONHECER - EXPLICAR.

É interessante destacar alguns aspectos enfocados na Conferência de Edimburgo, no que diz respeito ao papel da atividade experimental no ensino de Física (10c):

"Para a maioria dos níveis elementares se constitui uma oportunidade para as crianças, elas próprias, construir materiais, com a finalidade de realizar experimentos e observações". A este propósito é lembrado o velho adágio: "Ouvir e esquecer, ver e lembrar, fazer e entender".

"Em muitos países é evidente que há uma necessidade para se aumentar o respeito pelas atividades manuais. O ensino de física através de atividades experimentais pode auxiliar a reestabelecer a dignidade e o valor do trabalho manual e isto pode se constituir num objetivo elevado para o ensino da Física. - Em muitas sociedades, não somente em países não industrializados, há uma falta de experiência ou familiaridade com materiais, ferramentas e equipamentos de toda espécie e isto é especialmente -

verdadeiro entre as meninas. Nos anos iniciais do ensino de Física pode-se fornecer experiências que faltam no ambiente familiar. Para auxiliar isto, pode-se encorajar a utilização de brinquedos e a construção de kits de baixo custo".

Conforme teremos a oportunidade de discutir (pag. 66), sob a orientação do Prof. Norberto Cardoso Ferreira, procurou-se utilizar, sistematicamente, o que se convencionou chamar "sucata" de nossa sociedade industrial e de consumo para a fabricação de kits, e procurar envolver o estudante nas tarefas não somente de construção, como de observação e elaboração de experimentos. Dentro de nossa realidade, a utilização de aparelhagens sofisticadas somente tem sentido quando os objetivos a que se pretende atingir, assim o exigirem. Deve-se tomar todo o cuidado ao se projetar instrumentais que deverão interagir diretamente com o estudante, visto o nível de expectativa e motivação que estas atividades provocam nos estudantes.

Dentro de uma perspectiva geral, normalmente, um laboratório é utilizado para: Realizar-se verificações experimentais; habilitar os estudantes a manusear instrumentos e aparelhos diversos; aquisição de conceitos; demonstrações de fenômenos; introdução do aluno ao método científico; realização de redescobertas... Esquemáticamente, poderíamos representar esta situação através do diagrama:

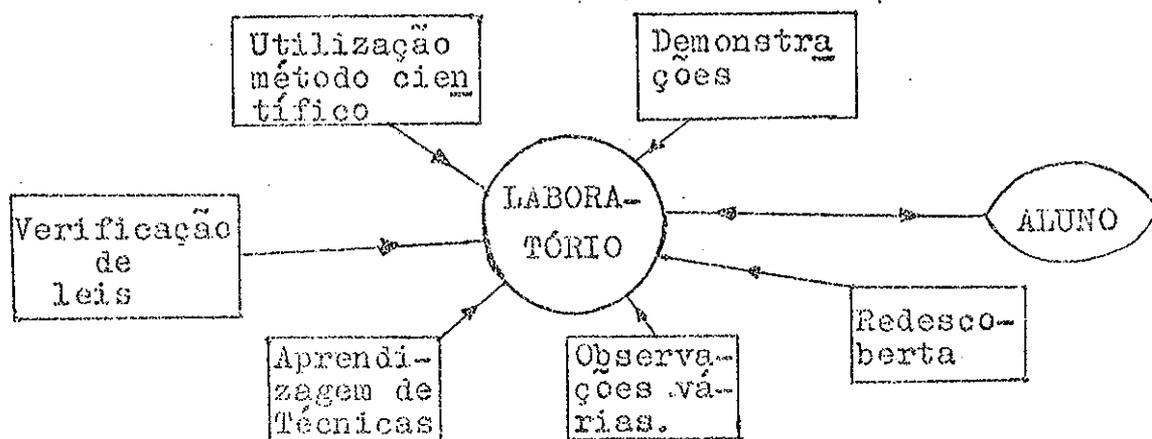


Fig. 2.3.6.1 - As funções do Laboratório

No que diz respeito ao papel do laboratório devemos destacar os estudos (Sa 75,17) que destacam: "Ultimamente, -- outras responsabilidades tem sido atribuídas ao laboratório, através de variadas abordagens metodológicas na qual observa-se, -- em geral, a atribuição de maior liberdade de ação e decisão ao -- estudante e procura-se através das atividades de Laboratório desenvolver atitudes tais como: espírito crítico, iniciativa, responsabilidade, motivação, desenvolvimento do espírito científico, criatividade, etc...".

2.3.6.1 - AS CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO FAI PARA AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS.

Alguns experimentos projetados sob a orientação do Prof. Norberto Cardoso Ferreira e que integram o Projeto FAI, constituíram-se em novidade, em nosso meio educacional e hoje -- são largamente utilizados por muitos professores quando planejam atividades experimentais para seus alunos, independentemente da -- metodologia ou texto utilizado.

Dentre outras contribuições, podemos destacar a construção de um marcador de tempo, fabricado a partir do vibrador de uma campainha normal, a experiência nº 2 do FAI 1 (pag. 153), a elaboração de kits para o estudo de fenômenos eletrostáticos, eletromagnéticos, ópticos, hidrostáticos e calorimétricos. A elaboração destes instrumentais é feita tendo em vista a utilização de materiais simples e de baixo custo, visto a ausência de recursos na maioria de nossas escolas de 2º Grau e por se verificar que muitos fenômenos ou conceitos são melhor aprendidos a partir de fatos experimentais. Exemplos destes materiais encontram-se ilustrados no Anexo 5 , bem como um modelo de um -- guia para a utilização do kits de eletrostática.

2.3.6.2 - COMO UTILIZAR OS RECURSOS DE LABORATÓRIO JUNTAMENTE COM O TEXTO AUTO-INSTRUTIVO.

A simples adoção dos textos auto-instrutivos não garante a utilização dos recursos de laboratórios, embora, isto seja sugerido.

Uma das características do método de ensino individualizado é a auto-ritmação. Em decorrência, dificilmente um grande número de alunos atinge um mesmo nível do programa ao mesmo tempo. Portanto, não há necessidade de se possuir várias unidades iguais de equipamentos para que todos os alunos realizem experimentos simultaneamente. Por este motivo, na própria sala de aula, dois ou três grupos de alunos poderão estar constantemente realizando experimentos, os quais devem ser planejadas dentro dos recursos disponíveis. A pequena quantidade de equipamentos não irá prejudicar substancialmente os objetivos do ensino de Física.

Alguns conjuntos simples de caráter puramente demonstrativos, colocados permanentemente à disposição dos alunos, são bastante úteis, quando relacionados com a matéria em estudo. Por exemplo, um conjunto de pêndulos acoplados para mostrar o fenômeno de transferência e conservação de energia, conjuntos de eletrostáticos para demonstrar os principais fenômenos de eletrização, etc.. Algumas experiências são ilustradas no contexto da obra, todavia, dentro das disponibilidades da escola, o professor terá total liberdade de planejar outras experiências que considere úteis.

Os recursos audio-visuais foram e estão sendo elaborados com fins eminentemente motivacionais. Presentemente, dentro de nossa realidade escolar são poucas as instituições, oficiais ou particulares, em condições de utilizar ou possuir tais recursos, que são normalmente caros. A produção e utilização dos recursos audio-visuais encontra-se sob a responsabilidade dos Profs. Eda Tassara e Marcelo Tassara, os quais dirigiram a produção do filme de 16 mm "O Pêndulo" - 1974 e "Laboratório Sem Fronteiras - Sem Paredes" - 1977. Por outro lado, procura-se sistematizar a utilização de materiais já existentes neste setor e que possam se adequar aos objetivos estabelecidos no Projeto FAI.

#### 2.3.8 - TEXTOS HISTÓRICOS

Os capítulos ou tópicos dos textos auto-instrutivos são complementados com breves históricos, através dos quais procura-se demonstrar a evolução do processo histórico em que tais fenômenos estão relacionados. Consideramos de fundamental importância uma visão humanista dos processos que tem contribuído para o desenvolvimento técnico e científico de nossas sociedades, bem como a metodologia de trabalho utilizada pelo cientista. A parte história do Projeto FAI está sob a responsabilidade do Prof. Shozo Motoyama.

#### 2.4 - COMO UTILIZAR O PROJETO

Embora não haja normas rígidas quanto a forma de se conduzir um curso individualizado, recomenda-se ao professor alguns procedimentos que são resultados de observações dos autores do projeto, os quais são apresentados a seguir.

#### 2.4.1 - COMO TRANSCORRE UMA AULA NORMAL

O curso obedece a um critério no qual cada aluno desenvolve suas atividades dentro do seu ritmo natural. Ele deve fazer o possível para vencer, bimestralmente, um programa estabelecido. O aluno não é obrigado a estudar uma unidade sem dominar a anterior.

Cada aluno, na sua carteira, irá proceder a leitura silenciosa, resolvendo todas as questões constantes do texto, auto-avaliando-se e solicitando esclarecimentos de dúvidas ao professor, que o atenderá individualmente. Para o seu trabalho, inicialmente o aluno é informado dos objetivos da unidade. Ele é informado também, de que após sentir-se seguro do que acabou de estudar deve apresentar-se para uma avaliação sobre o assunto. Se as respostas não estão suficientemente claras, o professor poderá convidar o aluno a reestudar novamente o assunto, sem contudo, por esse motivo, receber qualquer sanção. Caso contrário ele passa para a unidade seguinte.

O aluno ao atingir determinado assunto é convidado a efetuar trabalhos práticos sozinho ou com outros colegas na mesma situação. Após os trabalhos experimentais continuará o estudo normalmente, devendo apresentar, posteriormente um relatório.

Pode-se verificar que em uma sala de aula estará acontecendo simultaneamente: leituras, experiências, testes, discussões em pequenos grupos, aluno recebendo orientação do professor e assim por diante. O importante é que todos estejam se dedicando às atividades programadas.

#### 2.4.2 - O TEMPO DE UMA AULA

Tendo em vista que uma aula normal tem a duração

de 40 a 50 minutos, verificou-se que quando as atividades se realizam em duas aulas consecutivas, o rendimento é maior, pois permite propiciar:

- a intercalação dos estudos com alguma outra atividade (experimentos, testes, leituras complementares, projeções, preleções, etc.);

- maior interação professor-aluno.

Entretanto, deve-se ressaltar que, se a escola não dispuser de recursos adequados, a pura dedicação do aluno apenas ao texto programado deve limitar-se ao tempo de 1 aula apenas, sob risco de se provocar tédio no aluno.

#### 2.4.3 - COMO REGISTRAR OS DESEMPENHOS DOS ALUNOS

O controle dos desempenhos dos estudantes por parte dos responsáveis por um programa de contingências, é de vital importância dentro do ensino programado. Como o aluno dentro de nossa atual realidade escolar, normalmente se prepara para realizar provas e tirar notas - nem sempre para aprender, todas as precauções devem ser tomadas para evitar que o aluno se perca durante o processo de aprendizagem. Desta forma, os controles que porventura se exerçam além de prover professor e aluno de informações necessárias para futuras decisões e verificações, devem propiciar uma adequação do aluno ao seu ritmo de trabalho e procurar, através de sugestões pessoais incentivar e orientar o aluno no desempenho de suas atividades.

Para o controle das atividades estudantis é conveniente a utilização de duas fichas de registro individuais:

a) Para cada estudante é feita uma ficha de acordo com o modelo indicado no Anexo 6, cujas informações principais são: Os -

-71-

dados pessoais do aluno, local para localizar o dia de atividade, assunto e página. No início da aula, cada aluno recebe sua ficha. No final, o próprio aluno anota as atividades exercidas - naquele dia (se realizou alguma tarefa em casa ele também registra), indicando a página em que parou. Nas fichas dos alunos que faltaram, o professor coloca a anotação AUSENTE. Ela tem o sentido de colocar o aluno a par de suas próprias atividades, além de substituir o famoso e anacrônico diário de classe.

b) A segunda ficha - Anexo 7, também individual, é de uso particular do professor. Além da identificação do aluno, ela é utilizada para anotar a data de uma unidade testada, o resultado da avaliação (conceito) e observações pessoais do professor.

#### 2.4.4 - ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE AUTO-AVALIAÇÃO

Um aspecto importante ligado ao processo de aprendizagem é que este deve propiciar condições para que o aluno se envolva, voluntariamente, em atividades que visem o enriquecimento de seu repertório, num sentido geral, não somente em sala de aula, mas também fora dela.

O aluno tende a não gostar de uma atividade que foi forçado a realizar e que está associada à punição ou ao insucesso (por exemplo, provas, cujas notas refletem, normalmente, a aferição do que o aluno não aprendeu - elas nem sempre medem o que ele sabe). O insucesso do aluno numa disciplina é devido a inúmeras causas, conforme já destacamos, dentre as quais observamos: Objetivos pouco claros e ausência de controles no processo de aprendizagem. Na primeira, o aluno gasta tempo em coisas - que o professor não considera importantes (o aluno não sabe normalmente, o que o professor quer e conseqüentemente, o que irá avaliar) e na segunda, o aluno executa uma série de desempenhos -

cujos resultados lhes são fornecidos, muitas vezes, num intervalo de tempo bastante grande e prejudicial. O acúmulo de dúvidas (frequentemente o aluno pensa que executou com êxito uma certa atividade) irá acarretar fracassos futuros, exigindo por parte do mesmo, com muita frequência, extensas revisões. E não tardarão a surgir os mais sofisticados meios de esquiva e fuga levando o aluno a emitir uma série de comportamentos indesejáveis.

Assim, é necessário que o professor, além de fixar claramente os objetivos pretendidos, execute um trabalho de orientação e controle, do progresso do aluno, para criar nele um sentimento de realização e auto-confiança e isto concorre, a nosso ver, para o bom êxito de sua missão de educador.

#### 2.4.5 - COMO DEFINIR A NOTA FINAL

O conceito final de aprovação, é entendido exclusivamente de acordo com a qualidade do trabalho desenvolvido pelo estudante. Para orientar as atividades dos alunos, sugere-se a divulgação de um esquema que indique as datas para se passar de uma unidade à outra a fim de se obter um programa estável de atividades e evitar-se uma sobrecarga de estudos em vésperas de provas, uma das características de nosso atual sistema de ensino.

Sugere-se também a realização de provas gerais, a fim de se verificar a retenção de conceitos estudados e o desempenho acadêmico dos estudantes, mesmo porque eles estarão sujeitos a este tipo de avaliação em outras disciplinas e pela vida a fora (vestibulares, concursos, etc.).

Como orientação geral, propôs-se que os trabalhos resultantes dos testes, experimentos e outras atividades consideradas relevantes, correspondessem a 75% da nota de cada bimes-

tre e as provas gerais, 25%.

As avaliações devem ser feitas de tal forma que o professor possa dar imediata ciência do resultado ao aluno. No Anexo 8 , aprêsentamos alguns modelos de testes.

2.5 - EM QUE O PROJETO FAI DIFERE DOS DEMAIS CURSOS DE FÍSICA DESENVOLVIDOS E UTILIZADOS EM NOSSO PAÍS?

A proposição básica reside na utilização de uma metodologia, derivada da tecnologia da educação, para a elaboração de um curso de Física para o 2º Grau. A diferença fundamental reside no pressuposto de que é possível o aluno aprender Física sem a necessidade do professor funcionar como um elemento intermediário do processo educacional, através de um curso auto-instrutivo, no qual competirá ao professor orientar e organizar as condições de aprendizagem, bem como avaliá-las.

O Projeto Piloto de Ensino de Física introduziu a Tecnologia da Educação e a Instrução Programada no País. O Projeto FAI realizou a primeira experiência, em larga escala, utilizando um sistema auto-instrutivo para desenvolver um curso de Física para o 2º Grau.

C A P Í T U L O 3: RESULTADOS E CONCLUSÕES

### 3.1 - O PROJETO FAI NAS ESCOLAS DE 2º GRAU

O Projeto FAI, em suas primeiras versões, foi testado em classes pilotos de alguns colégios da região de São Paulo (Anexo 3 ). Inicialmente, o Projeto foi submetido aos alunos dos autores e colaboradores e em seguida, fornecido a professores interessados em observar de perto os resultados decorrentes da utilização da nova metodologia de ensino, e que pudessem colaborar com os autores, através do fornecimento de informações acerca do desenvolvimento do curso entre alunos, fruto de suas observações particulares.

O número de estudantes submetidos às versões preliminares do projeto em desenvolvimento foram os seguintes:

<u>A N O</u>	<u>Nº DE ALUNOS</u>
1970	450
1971	2.500
1972	6.000

Os textos eram apresentados em forma de apostilas e iniciava-se, também, a elaboração de materiais de laboratório, para serem utilizados em atividades experimentais. Instrumentais simples, conforme já destacamos, mas que possibilitavam uma melhor adequação aos objetivos do curso.

A fase acima citada, teve caráter eminentemente experimental. As avaliações realizadas neste período tinham caráter formativo: testar os programas dentro das condições normais existentes em nossas escolas, verificar-se a adequação do texto à população a que se destinava, testar os objetivos dentro de um quadro de referência muito bem caracterizado, observar for

mas de controle do processo de aprendizagem e pesquisar alternativas diversas. Desta forma, pode-se proceder à revisão das versões de 1970, 1971 e 1972.

Os programas elaborados eram submetidos aos alunos e observavam-se o progresso dos alunos em cada unidade, os resultados obtidos em testes, e graças à interação direta professor-aluno detetava-se quais os itens que não estavam suficientemente claros ou mal formulados e procedia-se a revisão do material que, novamente era re-testado com turmas mais atrasadas ou no ano seguinte. Graças às observações dos professores que aplicavam o projeto, houve seções inteiras suprimidas (Momento de uma força e variação de quantidade de movimento angular; Linearização de funções, etc.), itens reformulados, aumentados ou diminuídos. A equipe encarregada de avaliação do projeto colheu dados em diferentes escolas e distintos períodos, com um número de alunos nunca inferior a 150 (aproximadamente 5 classes). Com o objetivo de ilustrar os procedimentos acima citados, vamos apresentar a 1ª. versão de uma Seção, programada em 1970, a qual sofreu alterações até obtermos a forma presente - FAI 3, pgs. 143 e 144. Versão de 1970:

#### SEÇÃO VII - POTÊNCIA

$$a) P = \frac{W}{\Delta t}$$

$$b) 1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ segundo}}$$

Em aplicações práticas o interesse não recai somente no montante do trabalho efetuado ou da energia transformada ou transferida. É de muita importância o conhecimento da taxa com que o trabalho é efetuado. \*

Tal fato é reconhecido na linguagem diária quando

se fala na potência de uma máquina ou de um carro. Nesta secção desenvolveremos então a noção de potência tal como ela é concebida em Física, estabeleceremos a sua unidade de medida e resolveremos alguns problemas.\*

1.- Um trabalho  $W = 50$  joules é realizado em um intervalo de tempo  $t = 5,0$  segundos. A taxa com que tal trabalho é realizado é de \_\_\_\_\_.\*

\* \* \* \* \*

10 joules/s \*

2.- O mesmo trabalho de  $W = 50$  J é realizado agora num intervalo de tempo  $t = 20$  segundos. Agora, a taxa com que o trabalho é realizado é de \_\_\_\_\_.\*

\* \* \* \* \*

2,5 J/s

3.- Dizemos então que no primeiro caso a POTÊNCIA é (maior; menor) do que no segundo caso.\*

\* \* \* \* \*

maior.

4.- Definimos potência como sendo igual ao \_\_\_\_\_ (dividido; multiplicado) pelo intervalo de tempo gasto para realizá-lo. Matematicamente: \*

POTÊNCIA = \_\_\_\_\_

\* \* \* \* \*

trabalho realizado; dividido;  $\frac{\text{trabalho realizado}}{\text{tempo gasto}}$  ou  $W/\Delta t$

5.-  $P = \frac{W}{\Delta t}$ . As unidades envolvidas em potência são \_\_\_\_\_.\*

\* \* \* \* \*

joules/segundo

6.- A potência de 1 joule/segundo significa que um trabalho de \_\_\_\_\_ é realizado num intervalo de tempo igual a \_\_\_\_\_.

\* \* \* \* \*

1 joule; 1 segundo

7.- No sistema internacional a potência é então medida em \_\_\_\_\_ . 1 joule/segundo é denominado de 1 WATT. 1 watt corresponde então a um trabalho de \_\_\_\_\_ realizado em \_\_\_\_\_ segundo. \*

\* \* \* \* \*

joules/segundo; 1 joule; 1

8.- Se um trabalho de 80 joules for realizado em 10 segundos poderemos dizer que a potência foi de \_\_\_\_\_ . \*

\* \* \* \* \*

8,0 watts.

9.- Um motor é capaz de desenvolver 2.000 watts. O trabalho que ele pode realizar em 10 segundos será de \_\_\_\_\_ .

\* \* \* \* \*

$$P = \frac{W}{\Delta t}, \text{ logo } W = P \cdot \Delta t = 2.000 \times 10 = 2 \times 10^4 \text{ joules}$$

10.- Um motor é capaz de desenvolver uma potência de  $P = 4 \times 10^3$  watts. Para ele realizar um trabalho de  $40 \times 10^3$  joules é necessário que funcione durante \_\_\_\_\_ segundos.

\* \* \* \* \*

$$P = W/\Delta t, \text{ logo } \Delta t = \frac{W}{P} = \frac{40 \times 10^3 \text{ joules}}{4 \times 10^3 \text{ watts}} = 10 \text{ s}$$

11.- Uma força de 100 newtons desloca um corpo por 10 metros em 10 s. Qual a potência desenvolvida?

\* \* \* \* \*

$$P = 10^2 \text{ watts} *$$

Todos os itens com asterísticos sofreram alterações. Nesta seção foi acrescentado um exercício de aplicação (item 12).

É interessante registrar que as observações feitas por um grupo de professores com relação a itens ou capítulos da obra, eram basicamente as mesmas: se um item ou seção era motivo de dúvidas por parte de alunos de uma classe, ele, fre

quentemente se mostrava problemático para muitos alunos das demais classes. Apesar da introdução de alterações em diversos capítulos, ainda se observa resultados que indicam programação insatisfatória em: vetores, transformações de unidades, construção e interpretação de gráficos, operação com potência de base 10, etc. Da mesma forma se constata dificuldades em aplicar conhecimentos adquiridos num tópico em outros, como por exemplo, ao estudar energia cinética, o estudante deveria dominar os conceitos desenvolvidos em cinemática, mas observa-se uma dificuldade, em muitos alunos, em resolver exercícios do tipo: "Calcule a energia cinética de um objeto de 20 kg, cuja equação horária é dada por:  $d = 3t + 2t^2$ , no instante  $t = 2,0$  s".

Cumpram também notar um aspecto observado na avaliação dos programas: Não se verificou diferenças significativas ou apreciáveis em classes normais dos cursos diurnos e noturnos, quanto às dificuldades em vencerem as diversas etapas do curso, exceto no que diz respeito à velocidade de aprendizagem: os alunos do diurno venciam os programas em tempo que, em média, era menor que os do noturno.

Os fatos relatados acima, merecem uma atenção especial por parte dos que pretendem se dedicar às tarefas de elaborar programas para estudantes de cursos do 2º Grau, pareceu-nos não haver necessidade de se mobilizar grande quantidade de estudantes para se testar um programa: algumas classes pilotos em diferentes períodos e professores bem orientados devem ser suficientes para se levantar dados úteis para se processar a avaliação formativa de um projeto de ensino.

Os procedimentos acima descritos, propiciaram as sucessivas revisões de todo o material elaborado, e finalmente, 4 volumes da obra foram impressos pela Editora Saraiva, em 1973:

FÍSICA AUTO-INSTRUTIVO FAI 1: Sistema Internacional de Unidades - Funções e Gráficos - Movimento Retilíneo; FAI 2: Vetores - Força e Movimento; FAI 3: Impulso e Quantidade de Movimento Linear - Energia Mecânica; FAI 5: Cargas Elétricas em Repouso - Cargas Elétricas em Movimento, e em 1974, o FAI 4: Movimento Angular e Rotação - Lei da Gravitação Universal - Equilíbrio Estático de Líquidos e Termologia. Encontra-se em fase de impressão (1977) o FAI 6: Eletro-magnetismo e Óptica.

No período compreendido entre janeiro de 1973 a junho de 1976, o número de alunos que utilizaram o Projeto FAI, em todo o país está indicado no quadro abaixo:

	FAI 1	FAI 2	FAI 3	FAI 4	FAI 5	FAI 6	TOTAL
1973	51.481	27.753	16.419	-	-	-	95.603
1974	61.397	37.902	19.902	3.770	22.630	-	145.601
1975	52.078	30.241	16.311	13.101	19.141	322	131.194
1976	50.277	25.142	14.609	11.505	15.492	1.455	118.480
TOTAL	215.183	121.038	67.241	28.376	57.263	1.777	490.878

Quadro 3.1.1 - O número de alunos submetidos ao Projeto FAI de 1973 a 1976.

O processo de difusão do Projeto FAI pode ser - melhor visualizado através do gráfico ilustrado a seguir:

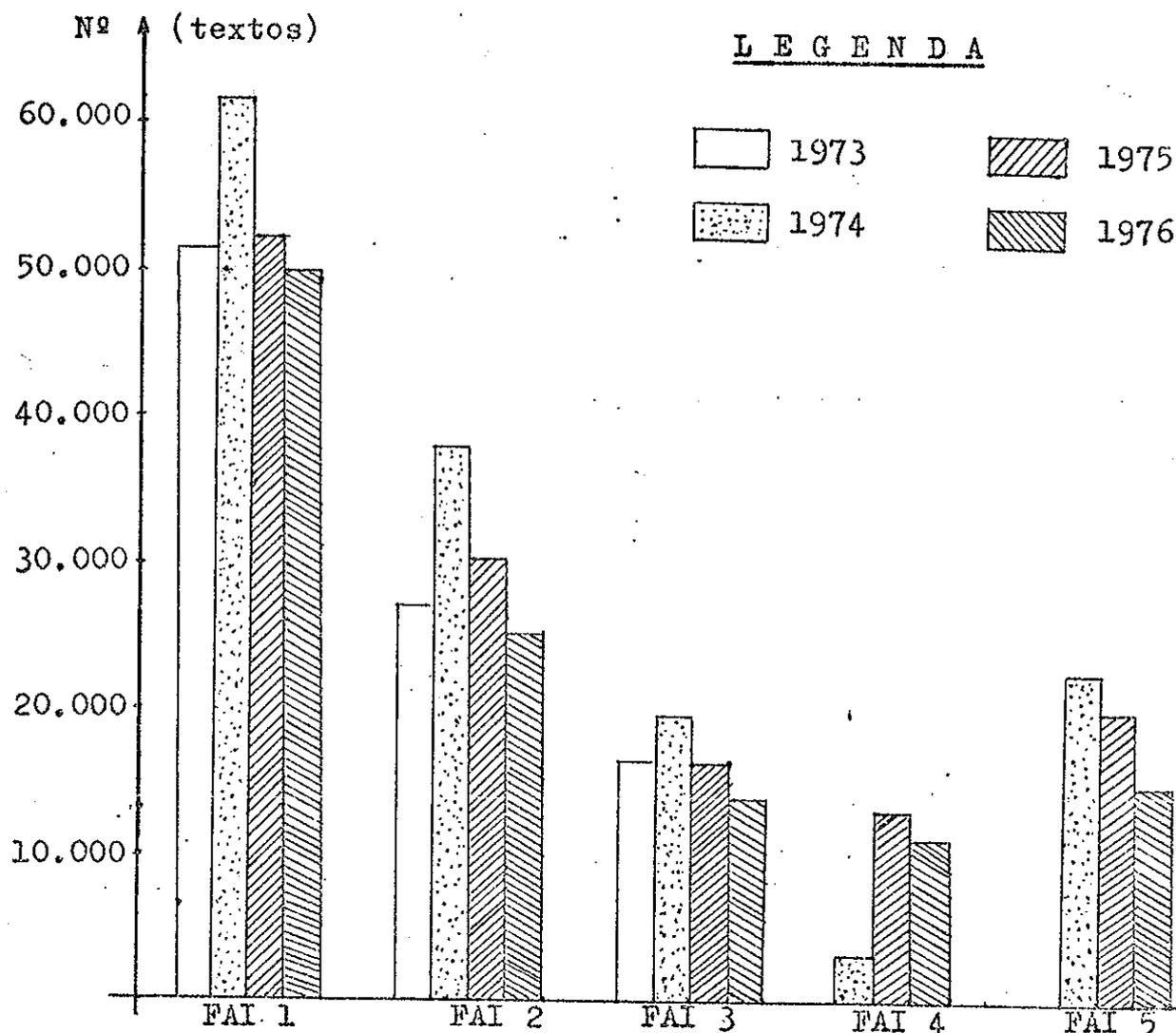


Gráfico 3.1.1 - Uma representação gráfica do processo de difusão do Projeto FAI de 1973 a 1976.

Para se ter uma idéia da ordem de grandeza que representam estes números, pode-se compará-los com estatísticas relacionadas com a obra que maior impacto causou no ensino de Física, não somente em nosso país, como em muitos outros: O Physical Science Study Committee (PSSC). Os dados abaixo indicam as edições dos volumes I, II, III e IV, no período compreendido entre 1964 a 1971 e foram extraídos da obra de Carvalho (18):

Vol. I - 143.000

Vol. II - 105.000

Vol. III - 95.000

Vol. IV - 80.000

Evidentemente o número de alunos que cursavam nas escolas de 2º Grau no período de 1964 a 1971, era sensivelmente menor, quando comparado com o período de 1973 a 1976. Entretanto, deve-se ressaltar o empenho de setores educacionais pela introdução do PSSC em nosso meio educacional: Secretarias de Educação, entidades responsáveis pelo treinamento de professores, a criação de cadeiras tais como Instrumentação para o Ensino de Física e muitos professores responsáveis pela disciplina Prática de Ensino, que enfatizavam a utilização do PSSC e seus instrumentais. A elaboração do Projeto FAI foi feita sem qualquer auxílio oficial ou particular e não se dispôs dos tradicionais mecanismos de treinamento de professores que possibilitassem sua melhor utilização.

Portanto, se em termos de aceitação do Projeto FAI temos indicações seguras, o mesmo não podemos afirmar com relação a como ele vem sendo utilizado pelos professores. Na impossibilidade de se acompanhar a aplicação do projeto de uma forma geral, tivemos que nos contentar com observações limitadas. - Nossas pesquisas foram bastante modestas e de caráter predominantemente opinativo. Partindo do pressuposto de que a avaliação - faz parte integrante do processo ensino-aprendizagem, ou seja, - quando o aluno avança através dos itens de um programa, a avaliação é contingente ao domínio do mesmo, obtém-se assim, um sistema com realimentação imediata. Caso o aluno não consiga os resultados especificados, tal fato deve servir como base para decisões futuras: reformular o material programado.

### 3.2 - ALGUMAS CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO

Uma grande preocupação se apossou de muitos setores ligados ao ensino, nos últimos anos, numa tentativa de quan-

tificar tudo quanto se refere ao ensino. A avaliação em particular, passou a ter existência própria, constituindo verdadeiro espectro que persegue os educadores com seus gráficos, desvios, - comparações, critérios, testes, etc.. Ahamos que tal quadro é exagerado, uma vez que nosso sistema educacional carece de unidade, coerência, objetivos, etc. Assim, conforme destacou Oliveira (19 ): "A tendência à quantificação é inegável. A sua necessidade é discutível. Dentro de uma visão sistemática, a avaliação dos resultados assume importância fundamental, e isso se relaciona não com uma quantofrenia - como dizia Moreno - mas com a utilidade dos dados da avaliação na orientação do estudante, na revisão dos programas e na tomada de decisões quanto às vantagens e desvantagens de se introduzirem modificações ou adotarem-se inovações curriculares". cremos que, neste momento, este deva ser o sentido principal de uma avaliação de novos métodos ou sistemas de ensino.

Por outro lado, concordamos com Légrand (20 a), - quando afirma: "Há poucos domínios em que reine uma confusão tão persistente quanto no da pesquisa pedagógica". Ele é relutante - quanto aos aspectos quantitativos da investigação em ensino, - principalmente na fase inicial da implantação de uma inovação, à qual ele caracteriza muito bem como artesanal e afirma: "Não existe pesquisa pedagógica fecunda que não comece por uma fase - qualitativa tateante".

Com muita precaução pela prematura mensuração e - avaliação de sistemas não devidamente implantados, Légrand ( 20 b) coloca: "Eis a razão pela qual sempre concebemos a pesquisa pedagógica como um processus complexo no seio do qual as fases fecundas pertencem à inovação controlada e à animação. O que não quer dizer que façamos pouco caso do rigor necessário a uma au-

têntica validação. Mas acreditamos e afirmamos que qualquer pesquisa pedagógica fecunda passa por uma fase mais ou menos longa de inovação, de que não poderíamos nos desinteressar. Não se pode medir a eficácia do que não existe de maneira suficientemente estruturado e "suficientemente generalizado".

Interessantes considerações são feitas por Mackenzie et al (21,a), com relação às inovações educacionais : "Como é possível definir o sucesso de um método inovador? Grande parte das discussões gerais acerca dos novos métodos de ensino-aquisição de conhecimentos foi deploravelmente prejudicada, pelo fato de não se ter conseguido estabelecer a distinção entre debates sobre as provas e debates sobre os critérios adequados capazes de avaliar as provas. Essa confusão apresenta-se ainda mais nitidamente na maioria das controvérsias acerca do valor dos novos meios; muitos artigos e obras que tem como objeto essa questão parecem se apoiar no postulado segundo o qual a adoção de um método novo em um estabelecimento representa um êxito em si mesmo. Essa posição talvez resulte da consideração feita pelos promotores das inovações, cujos esforços finalmente foram realizados; do mesmo modo, podem eles achar que o prosseguimento da utilização desses métodos - e, portanto, de seus próprios serviços - é uma prova suficiente do seu êxito. Mas nós não dispomos praticamente de nenhum meio satisfatório capaz de julgar, sobre a base da maioria dos relatórios, se a experiência teve realmente, êxito, visto que ninguém teve o cuidado de definir os critérios pelos quais devia ela ser julgada". Mais adiante, temos a ponderação: "O ponto mais importante a sublinhar talvez seja o fato de que experiências julgadas segundo uma série de critérios podem ser declaradas concludentes, ao passo que, julgadas conforme outra série, revelar-se-iam desastrosas. O exemplo clássico pode ser resumido nessa frase: A operação foi um êxito, mas o doente

morreu". (21,b)

As ponderações colocadas acima, nos aconselham a tomar as necessárias cautelas no que diz respeito aos perigos de conclusões e generalizações apressadas, acerca de resultados obtidos em experiências educacionais, conforme previne Bloom (22) "...As bibliotecas e os porões de nossas escolas armazenam as relíquias esquecidas de modas passageiras e panacéias adquiridas porque prometiam solucionar nossos problemas educacionais..."

Afirmávamos no II Simpósio Nacional do Ensino de Física, realizado em 1973, em Belo Horizonte, Minas Gerais, com relação ao Projeto FAI (Sa23): "Os dados obtidos, de um modo geral, nos revelam uma patente vantagem em relação aos métodos de ensino tradicionais". Entretanto, algumas objeções foram levantadas não somente com relação ao Projeto FAI, como também aos demais projetos de ensino de Física, apresentados no referido Simpósio. Assim, ponderava Goldemberg (24): "Muitos dos trabalhos de avaliação dos projetos são porém amadorescos, sendo difícil avaliar seu sucesso. Creio que só a venda comercial dos nossos materiais é que dirá do seu sucesso ou insucesso". Já em 1975, ao analisar o Projeto FAI em artigo intitulado: "Ensino da Física pelo novo método de auto-instrução", ele reconheceria (25): "... o fato de estar tendo um sucesso comercial considerável, significa pelo menos que está atendendo a uma necessidade social urgente".

Se estudos comparativos, com relação a outros métodos - cuja validade é discutível, conforme lembra Mackenzie et al (21,c) - não foram realizados de forma sistemática, os números apresentados indicam que alguns pontos básicos, através da introdução desta nova metodologia de ensino podem ser conseguidos: atendimento de elevado número de estudantes; individualização da instrução tendo em vista o respeito das diferenças indivi

duais e ritmo próprio de aprendizagem; possibilidade de melhor relacionamento professor-aluno; deslocar-se o centro de gravidade do sistema do professor para o aluno, já que: "Aprender é tarefa que o aluno tem que cumprir por si mesmo. Disso, o professor não pode retirar uma parte mínima que seja. Tanto na escola como fora dela, a criança só assimila aquilo que aprende por si mesma" (Schiefele, 26 a). Outros pontos de fundamental importância na formação do estudante, tais como: desenvolver o sentido da responsabilidade e auto confiança, despertar o interesse, a iniciativa, a criatividade, a motivação, etc., que tanto preocupam os educadores de todas as áreas e sobre os quais pairam, ainda, as mais controvertidas opiniões e que necessitam de profundas análises, verificações ao longo de anos seguidos, uma vez que são tantas as variáveis em jogo, nossos dados e observações somente nos permitem fazer observações pessoais sem quaisquer possibilidades de conclusões definitivas ou generalizações.

Nossa atenção inicial foi dirigida para as reações de professores e alunos no sentido global, pois estes se constituíam no alvo da nova metodologia. Eis alguns dados (Sa, 27):

"Através de levantamentos realizados nos meses outubro/novembro de 1973 em escolas da Capital do Estado de São Paulo, no qual foram ouvidos cerca de 5.000 alunos com a finalidade, entre outras, de se determinar o nível de apreciação do método auto-instrutivo, foram obtidos os índices: gostam - 65%; não gostam - 23%; não tem opinião ou indiferentes - 12%. Aparentemente, era grande a parcela dos alunos que apreciava o método utilizado na elaboração do Projeto FAI!"

"É interessante destacar queda maioria dos 23% dos estudantes que não gostava do método, cerca de 90%, preferia aulas expositivas."

"Em 1974 foram ouvidos cerca de 128 professores de Física de São Paulo e outras partes do país que utilizavam o projeto. 53% achavam um bom método; 9% - satisfatório; 12% - ruim; e 16% nada declararam (uma parcela deste professores informou que era a primeira vez que lecionavam e não tinham elementos comparativos para opinar). É interessante salientar, que muitos professores ouvidos demonstraram interesse em conhecer os fundamentos do método que estavam aplicando, bem como em construir programas. Dado o interesse em fornecer ao professor mais um recurso instrucional para ser utilizado normalmente, a observação acima indica um envolvimento do mesmo nesta nova metodologia."

"Ainda com respeito à pesquisa de 1974, foram observados pelos professores, com relação aos conteúdos desenvolvidos: 61% acharam que o conteúdo assimilado pelos alunos foi satisfatório; 27% declararam que foi insatisfatório e 12% nada afirmaram (alguns declararam, por exemplo, que não consideravam o conteúdo importante)!"

Embora ainda seja prematura uma avaliação global dos resultados já alcançados pelo Projeto FAI, podemos constatar com as informações até agora colhidas, a aceitação do método por parcela significativa de alunos e professores. Parece-nos que o Projeto FAI demonstrou a viabilidade da utilização do ensino programado para auxiliar o professor a desenvolver um curso de Física, o qual passa a atuar não mais como fornecedor de informações mas dentro de novas dimensões, que começam cada vez mais cristalizar-se dentro de nosso cenário educacional. Assim podemos conceber novas e formidáveis funções para um professor que desenvolve seus cursos através do uso do ensino programado ou outras formas de individualização da instrução e que podem ser resumidamente colocadas:

- Selecionar todo o material de estudo necessário aos objetivos de um curso;
- Promover palestras, discussões, demonstrações;
- Organizar um fichário dos alunos;
- Verificar o progresso do aluno enquanto o curso se desenvolve;
- Interagir individualmente com seus alunos;
- Discutir com os estudantes para identificar as dificuldades e planejar soluções apropriadas;
- Modificar em qualquer tempo, as prescrições originais, ajustando os programas às novas situações sempre existentes;
- Orientar o aluno no sentido de efetuar leituras ou atividades complementares;
- Preparar testes e exames;

Enfim, sua função passa a ser a de diretor do sistema de ensino. Perguntaríamos: "Suas funções, dentro desta nova metodologia, tornaram-se mais simples?" Ou: "A utilização do ensino programado diminui as atividades docentes?" Seguramente, a adequada utilização, por parte dos professores de métodos auto-instrutivos, com todas as implicações decorrentes dos mesmos, ampliaram suas atividades e responsabilidades, num nível mais elevado de complexidade.

Dentro desta nova concepção de ensino, não basta mais ao professor dominar determinado assunto e ser um bom expositor, embora isto seja importante. Sua atuação vai muito mais além, conforme já salientamos. Necessitamos um novo tipo de professor para atuar dentro de um novo contexto educacional, com características distintas do professor tradicional, e seu preparo compete basicamente às universidades.

### 3.3 - A REPERCUSSÃO DO PROJETO FAI EM OUTRAS ÁREAS DE ENSINO

Desde o início da experiência com a utilização do ensino programado, através do Projeto FAI, professores de outras disciplinas passaram a se interessar por esta forma de instrução e assim muitas obras, auto-instrutivas, foram programadas e editadas em diversas áreas: Biologia, Matemática, Ciências, Estudos Sociais, Química, Geografia e mesmo Física, demonstrando, através dos êxitos obtidos por tais publicações, a importância e as perspectivas do ensino programado. Podemos citar, entre outras, as seguintes obras:

- MAI - Matemática Auto-Instrutivo 1 e 2 - 2º Grau/1975. Aida F. da Silva Munhoz, Alcebiádes Vieira e Iracema Ikiezaki - São Paulo - Saraiva.
- BAI - Biologia Auto-Instrutivo 1 e 6 - 2º Grau/1976 - Sônia Lopes - São Paulo - Saraiva.
- PAI - Processo Auto-Instrutivo em Estudos Sociais - 5a. e 6a. séries - 1º Grau/1976. Elian Alabi Lucci. São Paulo - Saraiva.
- PAI - Matemática - Processo Auto-Instrutivo - 5a. e 6a. séries - 1º Grau/1976-1977. Scipione Di Pierro Netto. São Paulo - Saraiva.
- PAI - Ciências e Programas de Saúde - 5a. série - 1º Grau. Plínio Carvalho Lopes. São Paulo/1975. Saraiva.
- MEP - Matemática - Estudo Programado 5 e 6 - 1º Grau/1976. Luis Bernardo Ferreira Clauzet. São Paulo - Saraiva.
- MDP - Matemática Dirigida e Programada 1 e 2 - 2º Grau/1976. Paulo Toru Ueno, Nagibe Moreno dos Santos, Pedro Valadao Perez e Manoel Cantareira Fº. São Paulo - Saraiva.

Assim, o Projeto FAI colaborou para a utilização de novos recursos instrucionais, dentro de nossa realidade educacional, em diversas áreas, constituindo-se este fato, num inesperado acontecimento. Por outro lado, o aparecimento de obras elaboradas com distintos enfoques, certamente enriquecerá nossas experiências num setor que está exigindo todo o empenho e dedicação por parte de especialistas diversos para a produção de novos meios num contexto que se transforma inexoravelmente.

### 3.4 - CONSIDERAÇÕES ACERCA DE INOVAÇÕES NO CAMPO DA EDUCAÇÃO

Devemos neste momento colocar algumas palavras a respeito de inovações no setor educacional. Dentro de nossas condições normais de ensino, conforme já foi destacado, o aluno tem suas atividades aumentadas às vésperas das provas e exames. Através de uma nova concepção de ensino, como estamos descrevendo, - todas as atividades programadas para levar os alunos em direção dos objetivos visados são consideradas importantes e não simplesmente eventuais avaliações em determinados períodos. Entretanto, não podemos esquecer a história passada de nossos estudantes formados, predominantemente em escolas cujas atividades nem sempre foram programadas de forma adequada, conforme já foi salientado. Tal desconhecimento, tem causado a muitos inovadores profundos a borrecimentos quando introduzem modificações esperando obter fantásticos resultados e colhem, sim , grandes decepções...

A este respeito pondera Schiefele (26 b):

"Se, no setor da constância da intenção de aprender por parte dos alunos, tivermos experiência diversa da que teve Skinner, provavelmente seremos um pouco mais céticos. Certo - que o valor da novidade, no sistema programado, será muito elevado. Quer se trate de textos programados, quer de instrumentos de ensino, inicialmente o trabalho será executado com zelo fervoroso. Isso demonstram nitidamente as conversas concludentes com alunos que, via de regra, tem participado de nossas próprias investigações. O que se dará, porém, quando o caráter de novidade desaparecer, após o uso desses meios durante meses e anos, ou quando o sistema, ora novo e cheio de imprevistos, se tiver transformado em rotina?... Professores experimentados viram como os recursos audiovisuais de ensino ingressaram, pouco a pouco na

escola, como se acolhia, com grandes esperanças, a projeção de gravuras, o filme cinematográfico, o rádio escolar. Sem dúvida, todos esses meios enriqueceram o ensino. Com o tempo, tornaram-se corriqueiros. Os alunos, assim como, aliás todo ser humano, no fundo, não se modificaram. Com o auxílio dos métodos audio-visuais, ou com sistemas de ensino programado, nenhuma pessoa aprenderá somente por impulso espontâneo. O problema da motivação de realizações da aprendizagem persiste".

As observações de Schiefele servem como advertência para os que se apegam a um determinado método ou recurso instrucional, como uma espécie de panacéia capaz de sanar todos os males por que padece nossos sistemas educacionais.

Em nossas escolas frequentemente se parte do pressuposto de que os alunos "querem aprender" (sem entrarmos no mérito de "o que" e "para que") - mas na realidade, dentro de nossas atuais condições, tal colocação é questionável. Desta forma, a introdução de novos meios de ensino e recursos para a aprendizagem nem sempre são bem recebidas, quer por parte dos alunos, - quer por um número significativo de professores. Algumas incompreensões têm acompanhado muitas inovações: Assim é pensamento de parte considerável de professores e alunos, que a adoção de novos recursos instrucionais reduzirá drasticamente o tempo dedicado aos estudos (o que seria ótimo!). Outros ainda acreditam - que os novos métodos foram elaborados para forçar o estudante - desprovido de vontade de aprender, a estudar através de um conjunto de artifícios "cientificamente provados", e há os inovadores crônicos: qualquer novidade que porventura saia, é avidamente impingida a seus alunos sem qualquer análise mais profunda, e com a mesma rapidez e entusiasmo que as acolhem, também as rejeitam.

Por outro lado, as resistências às inovações, em

qualquer campo da atividade humana, constituem parte integrante do processo que as engendram e obviamente não podem ser descudas. É interessante recordarmos o pensamento de Platão - no Diálogo Pedro - quando Sócrates, com relação à invenção da escrita, pondera ( 28 ): "...Tu, como pai da escrita, esperas dela com o teu entusiasmo precisamente o contrário do que ela pode fazer. - Tal cousa tornará os homens esquecidos, pois deixarão de cultivar a memória; confiando apenas nos livros escritos, só se lembrarão de um assunto exteriormente e por meio de sinais, e não em si mesmos. Logo tu não inventaste um auxiliar para a memória, mas apenas para a recordação. Transmites aos teus alunos uma aparência de sabedoria, e não a verdade, pois ele recebem muitas informações e se consideram homens de grande saber embora sejam ignorantes na maior parte dos assuntos. Em consequência serão desgradáveis companheiros, tornar-se-ão sábios imaginários ao invés de verdadeiros sábios".

Por outro lado, convém lembrarmos as advertências de Mackenzie et al (21d ): "Mudança não significa necessariamente melhoria. Ao contrário, pode ocorrer deterioração".

Em nosso país, com relação ao ensino de 1º e 2º Graus, a falta de tradição, de sistemas rigidamente estruturados, não tem muitas vezes, impedido experiências novas no setor educacional, encontrando mesmo amparo legal, conforme podemos destacar na Lei 4.024/61 (Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional) em seu Art. 20: "Na organização do ensino primário e médio, a lei federal ou estadual atenderá: a) à variedade de métodos de ensino e formas de atividade escolar, tendo-se em vista as peculiaridades da região e de grupos sociais; b) ao estímulo de experiências pedagógicas com fim de aperfeiçoar os processos educativos". Tal artigo permanece em vigor mesmo após a promulgação da Lei 5.692/71 (Fixa as Diretrizes e Bases para o Ensino de

1º e 2º Graus).

Nas últimas décadas muitas experiências foram e continuam sendo desenvolvidas em inúmeras instituições particulares e oficiais de ensino em nosso país, embora sua amplitude seja bastante limitada. Com relação ao ensino oficial, muitas experiências foram interrompidas ou desativadas por razões alheias ao processo educacional.

Não é fácil introduzir-se modificações duráveis em qualquer setor educacional: métodos de ensino, nos modos de proceder dos mestres e alunos, nos currículos, nas estruturas físicas e burocráticas de nossas escolas, sem as necessárias reformulações sociais nas quais elas se inserem. Assim, as tentativas de adoção de novos métodos de ensino, chocar-se-ão, inevitavelmente, com os atuais e anacrônicos sistemas educacionais. Mas, apesar deste quadro devemos enfrentar com firmeza e disposição os desafios que se nos antepõem. E nossa crítica à atual realidade educacional somente terá sentido, na medida em que abandonarmos as improvisações e os métodos intuitivos, e passarmos a propor alternativas, fundamentadas em pesquisas científicas, que possam ser utilizadas, testadas e validadas em nossas escolas.

### 3.5 - ALGUMAS QUESTÕES LEVANTADAS COM RELAÇÃO À UTILIZAÇÃO DA INSTRUÇÃO PROGRAMADA

Muitas questões têm sido levantadas e pesquisadas não somente em nosso país, mas em várias partes do mundo, onde - experiências similares, com a utilização da instrução programada, foram e estão sendo realizadas. Defensores incondicionais, críticos ferrenhos, céticos, cautelosos, etc.: é muito variada a gama em que se distribuem os educadores com relação a este tipo de - instrução. Cremos que outras inovações já definitivamente incorporadas ou rejeitadas em nossos sistemas educacionais, tiveram - igual sorte. Relacionamos, a seguir, os pontos discutidos com - maior frequência com relação à aplicação sistemática do ensino - programado através do FAI.

3.5.1 - "Como as respostas são colocadas logo a seguir às questões propostas, frequentemente, o aluno as lê ao invés de refletir sobre o assunto".

Estas ponderações são feitas com muita frequência e devem merecer uma apreciação bastante cuidadosa. Primeiramente, ela justifica os que defendem o ensino programado apresentado através de Máquinas de Ensinar, o que tornaria o sistema, inicialmente, bastante oneroso. Versões destas máquinas, impedem o acesso do aluno às respostas enquanto ele não tiver escolhido uma alternativa entre várias (Programação do tipo Pressey) ou escrito em determinado local, a resposta correspondente ao item (Programação do tipo skinneriano)- (Sa, 15 ). Evidentemente, tal solução no momento, entre nós, é inviável. O livro especialmente preparado, é uma alternativa exequível. Consequentemente, devemos -

analisar e prever as consequências que advirão deste comportamento do aluno, que fatalmente ocorrerá.

Muitos trabalhos já foram realizados acerca do assunto. Destacamos em particular, as pesquisas de Krumboltz e Weisman - apud Schiefele (26 c), que realizaram experimentos com alguns grupos de alunos, um dos quais tinha que dar uma resposta aberta ou escrita; outro só uma, pensada, e, um terceiro em que os alunos liam o programa, com as respostas já preenchidas. Um grupo de controle trabalhava com um texto inteiramente diferente. Imediatamente após o período da aprendizagem realizou-se um teste que não mostrou nenhuma modificação significativa do rendimento para qualquer dos três grupos. O grupo 'controle trabalhou incontestavelmente menos. Assim, aparentemente, o fato do aluno escrever ou não as respostas ou mesmo conhecê-las previamente não alterou o rendimento. Tal problema relaciona-se, possivelmente, ao fator retenção: o grupo que deu respostas por escrito, apresentou após algum tempo, rendimento indiscutivelmente maior. Desta forma, constata-se que escrever as respostas, aumenta a probabilidade de conservar o que foi aprendido.

Muitas outras pesquisas já foram realizadas neste campo, demonstrando que, se eventualmente o aluno verificar a resposta antes de tentar respondê-la, por esforço próprio, não é motivo para maiores temores. Deve-se destacar, que o texto, sendo assim utilizado, estará se transformando num livro com características convencionais, contendo inúmeras repetições, o que de certa forma propiciará maior contato do aluno com o assunto. Além do mais, num livro convencional têm-se todas as respostas apresentadas aos seus leitores, e aprendemos razoavelmente quando ele é bem escrito, o que neste caso, não deixa de ser uma obra "programada". Entretanto, em nosso meio, deve-se realizar novos experimentos a este respeito, para se ter uma idéia precisa sobre

este problema que julgamos ainda em aberto e susceptível de novas investigações.

3.5.2 - "O ensino programado adapta-se melhor para alunos menos talentosos".

Esta é uma observação feita por muitos daqueles - que desconhecem as reais possibilidades do ensino programado. De vemos destacar que, em levantamento realizado por Yamamura ( 29 ) em 1973 e 1974, foi constatado que em cerca de 115 classes do 2º Grau, aqueles alunos que eram considerados entre os 3 primeiros de cada classe eram, em 92% também, os melhores com relação ao ensino programado de Física. Tal fato era notado pelos - pontos obtidos nas avaliações e velocidade na aprendizagem, que era nitidamente superior à média da classe. Tal fato ilustra que o "bom" aluno possivelmente também se ajusta a este tipo de instrução.

3.5.3 - "A Instrução Programada é método bastante monótono e os alunos logo se aborrecem e perdem o interesse pelo assunto programado".

A observação, frequentemente feita, é bastante - pertinente tendo sido constatado tal fato, pela maioria dos professores-autores do projeto e por significativo número de professores que estão utilizando ou utilizaram o Projeto. PAI. Trata-se sem dúvida alguma, de um problema que merece uma atenção especial por parte de todos aqueles que se dedicam, quer à elaboração de - textos programados, quer à sua utilização sistemática. A primeira constatação que fizemos é que dificilmente, um estudante se -

dedica a uma atividade de leitura e escrita, durante uma hora se guida, com a necessária atenção exigida. É muito difícil. O hábito de leitura entre nossos alunos, em quase todos os níveis, é bastante precário. Temos que levar tal fato em consideração. O estudante está mais habituado a ouvir e ver do que ler (as estatísticas indicam que significativa parcela de adolescentes dispendem uma parcela de tempo maior defronte aos videos das TV's do que em nossas escolas). Desta forma, o professor deverá intercalar outras atividades, quando possível, para quebrar a monotonia proveniente da dedicação dos alunos a uma única atividade. Skinner pondera: 45 minutos é o máximo que o aluno deve dedicar-se em tempo seguido com texto programado. Não há regras quanto ao comportamento esperado de um grupo heterogêneos de estudantes. Entretanto, um professor precavido, deve procurar intercalar às atividades dos estudantes que se dedicam ao estudo de um programa, em classe, com outras atividades, para evitar-se um clima de monotonia e desinteresse. Há situações que podem ser programadas mesmo numa escola menos provida de recursos, tais como: discussões, formações de pequenos grupos para se discutir algum aspecto pertinente à matéria em estudo, leituras complementares, demonstrações, experimentos, etc.

Ademais, o professor deve ter presente: a instrução programada é um dos recursos que ele pode se servir sistematicamente, tendo em vista alcançar objetivos previamente determinados, mas não se deve constituir no único meio utilizado.

3.5.4 - "O ensino programado é muito bom para se adestrar estudantes a ensinar coisas simples e não para formar estudantes criativos".

Trata-se sem dúvida alguma, de um dos pontos mais atacados do ensino programado e igualmente, com a mesma intensidade defendido. Tal colocação transcende o campo do ensino e nos conduz ao campo das polêmicas entre as várias teorias psicológicas e escolas filosóficas, onde questões tais como: "O que é criatividade?" - são colocadas. Não dispomos de instrumentos para se medir criatividade ou desenvolvimento da mesma, para se saber se através da instrução programada, está-se favorecendo ou não o aparecimento de pessoas criativas. Se, se está ou não formando uma geração de "robots". As objeções acerca da utilização da instrução programada são levantadas, frequentemente quando se pretende indicar qual o melhor meio ou técnica para se ensinar.

Neste momento é oportuno lembrarmos as colocações de Dib (30): "... não tem qualquer sentido questionar se a melhor técnica para se dar um curso corresponde à instrução programada ou à dinâmica de grupo; ou, então, se a leitura individualizada de um texto é mais eficiente do que uma fita gravada. Em função do objetivo que se deseja alcançar, cada um desses meios pode ser o mais adequado. As intermináveis discussões sobre o melhor "meio" para a aprendizagem recordam a indagação sobre qual seria o "meio" de transporte mais eficiente. A resposta pode corresponder tanto a "avião" como a "ir a pé", dependendo do objetivo que se pretenda alcançar".

Para atuarmos na área cognitiva: transmitir informações nos mais variados campos; habilitar uma pessoa a manusear instrumentais diversos; realizar experimentos, etc. pode-se utilizar com êxito a instrução programada. O mesmo não podemos afirmar, quando o objetivo é atuar na área afetiva: tornar uma pessoa apreciadora de música clássica; formar um cientista, escritor, crítico nos mais variados campos, preparar pessoas para

tomar decisões nos mais variados setores de uma comunidade, etc.

Evidentemente, muitas investigações ainda se farão necessárias para se determinar os limites de cada meio ou recurso instrucional.

3.5.5 - "A instrução programada favorece o aparecimento de professores irresponsáveis que desconhecendo suas funções, ignoram as atividades dos estudantes, desestimulam as perguntas - enfim é um sistema ideal para o professor que não quer trabalhar".

A utilização da instrução programada favorece, - sem dúvida alguma tais comportamentos indesejáveis. Mas deve-se notar que tal situação de forma alguma é contingente à aplicação de sistemas auto-instrutivos, mas são situações decorrentes de - várias implicações de natureza sócio-econômico e culturais, tais como: salários, interesse pela sua profissão, número de aulas se manais, preparo do professor, condições de ensino, número de alunos por classe, etc.

3.6 - O ENSINO DE FÍSICA E A LEI DIRETRIZES E BASES  
PARA O ENSINO DE 1º E 2º GRAUS Nº 5692/71

O ensino primário e secundário brasileiro sofreu profundas alterações com a promulgação da Lei 5692/71, os quais - passaram a denominar-se ensino de 1º e 2º Graus.

Foram introduzidas: Mudanças curriculares, alterações nos processos de avaliação e promoção, cursos profissionalizantes, etc.

Observa-se que a introdução de cursos profissionalizantes em escolas que jamais tiveram tal preocupação, ou seja, a maioria de nossos estabelecimentos de ensino de 2º Grau, - criou uma série de novas situações e problemas, não superáveis a curto prazo e num espectro bastante amplo. Isto de certa forma explica a cautela de considerável número de educadores e instituições educacionais em aplicá-la integralmente, ainda em nossos dias, agindo ou procedendo da mesma forma como o faziam anteriormente à aprovação da referida Lei - aguardando, talvez, inevitáveis reformulações.

No que diz respeito ao ensino de Física, a introdução de cursos profissionalizantes, criou situações bastante exóticas: 1) Estudantes que terão curso de Física somente durante o 1º ano (2 aulas semanais, em média) - integrando, muitas vezes as chamadas Ciências Físicas e Biológicas; 2) Alunos que a terão em seus currículos até o 2º ano e, finalmente, 3) Estudantes que deverão cursá-la durante os 3 anos de duração do 2º Grau. Tal situação, bastante complexa, exige muita imaginação e criatividade por parte do professor: Um curso para alunos que estudarão esta disciplina, somente um ano, deveria ter características, pelo menos programáticas, idênticas aos que irão estudá-la um ou mais

anos? Tal situação confronta toda a programação curricular desenvolvida até 1971.

O início do Projeto FAI foi anterior à Lei 5692/71 e foi desenvolvido visando alunos cujos currículos previam cerca de 4 aulas semanais, em média, para esta disciplina, durante os 3 anos de duração do curso. Assim, sua inadequação aos atuais currículos é flagrante, embora sua metodologia possa ser utilizada para se preparar outros cursos de Física que porventura se projetem. O fato de muitos professores continuarem a utilizar textos ou programas elaborados anteriormente à vigência da Lei 5692/71, ou mesmo ignorando-a ao se propor cursos com o espírito voltado para as condições reinantes, anteriormente a 1971, seis anos após sua promulgação, nos dá uma dimensão do caos reinante em nosso ensino.

Por outro lado, enquanto as escolas públicas e oficiais se vêm compelidas a se enquadrarem no espírito e na letra da Lei 5692/71 e desta forma disciplinas como: Matemática, Física, Química e Biologia sofrem uma drástica redução em suas cargas horárias, escolas particulares desenvolvem cursos nos quais seus alunos dispõem de 4 ou mais aulas semanais de cada disciplina científica durante os 3 anos do 2º Grau. Ou seja, considerável parcela de escolas particulares continuam desenvolvendo seus cursos objetivando, basicamente, conduzir seus alunos aos cursos superiores. É a consagração do caráter elitista do ensino brasileiro, visto que as melhores vagas de nossas universidades serão ocupadas por aqueles que, dispondo de recursos econômicos que lhes possibilitem o acesso à escolas particulares, terão melhores oportunidades para se preparar, eficientemente, a fim de vencerem a barreira do vestibular, que os alunos de nossas escolas oficiais.

Pode-se utilizar as novas técnicas de ensino para se desenvolver um curso de Física enfocando os aspectos considerados em qualquer currículo. Mas pode-se frustrar uma quantidade imensa de estudantes, cujo objetivo é o ingresso em nossas universidades, para cuja competição, lhe são tolhidas as condições mínimas de concorrência. A Lei 5692/71 consagra esta nossa atual e iníqua realidade. Este é um de seus aspectos absolutamente inaceitáveis.

## CONCLUSÕES

O sentido deste trabalho foi verificar a possibilidade de se elaborar um Projeto de Ensino de Física para o 2º Grau, fundamentado em princípios da Tecnologia Educacional, com características distintas de todos os textos que eram então utilizados em nosso país. O método auto instrutivo, através da utilização de textos programados, que integram o Projeto FAI, propicia um meio através do qual o aluno e não o professor ocupa o centro do sistema educacional.

Analisou-se as nossas condições escolares, o papel dos projetos de ensino e sua crescente importância, nossos laboratórios didáticos, sendo também feitas ponderações acerca das dificuldades de se introduzir inovações em nossas escolas. Descreveu-se o Projeto FAI - seus objetivos, metodologia, forma como foi elaborado e os diversos recursos que o integram, assim como a maneira de sua utilização, que rompe com as clássicas formas de se ministrar um curso de Física para o 2º Grau, em nosso país.

A penetração do FAI, sua repercussão em outras áreas, as opiniões favoráveis de professores e alunos, parecem indicar a viabilidade de se utilizar métodos auto instrutivos para se desenvolver um curso de Física.

A análise da literatura pertinente e de obras publicadas no país em outros campos do conhecimento, parecem indicar que a individualização da instrução, ao nível do 2º Grau, com razoável repercussão, teve seu início através da elaboração e utilização do Projeto FAI e por meio dele, forneceu-se ao professor um meio instrucional que pode ser utilizado, dependendo -

de seus objetivos, em condições normais vigentes em nossas escolas, ao lado de outros recursos porventura disponíveis. A adequada utilização deste método determinará qual será sua posição futura em nosso cenário educacional.

Consideramos o papel do professor decisivo, mesmo com a utilização de sistemas auto instrutivos, apenas ressaltamos que suas tarefas deixam de ser meramente rotineiras: de expositor ou transmissor de conhecimentos passa a ser mais um diretor de aprendizagem e enfatizamos a necessidade de se determinar novas formas para prepará-lo.

A elaboração do Projeto FAI ilustra uma forma, em muitas, como físicos podem contribuir na solução de problemas educacionais cuja complexidade e amplitude estão a exigir o concurso de profissionais que estão direta ou indiretamente ligados a esta problemática.

Finalizando, podemos vislumbrar, que a individualização da instrução, talvez possa responder, dentro de certos limites, por um ensino de massa, mantendo níveis de eficiência compatíveis com padrões desejados, abrindo novos e promissores caminhos, em todos os setores de ensino e que se agigantarão com futuras e interessantes experiências.

A N E X O S

ANEXO 1

Na obra O Livro Na Educação, Pfromm et al ( 31 ), destacam interessantes aspectos relacionados com as origens e desenvolvimento de obras diáticas nos vários campos de conhecimento em nosso país, desde os tempos coloniais, destacando sua importância como veículo de comunicação de massa, bem como sua posição atual: "O lugar de honra que o livro ocupa no processo educativo, ao que tudo indica, continuará a pertencer-lhe". Da mesma forma chamam a atenção para inovações interessantes que foram tentadas com êxito: "Desenvolvimentos recentes, no exterior, permitem prever durante esta década que, o livro didático abandonará o modelo de "repositório de informações, característico das concepções tradicionais nesse setor, para se converter cada vez mais em ferramenta efetiva de aprendizagem, elaborada segundo os princípios científicos desta".

A multiplicação de obras didáticas nas últimas décadas, como no caso de livros dedicados ao ensino de Física no 2º Grau, reflete uma série de fatores, dentre os quais podemos destacar:

a) A explosão de informações e conhecimentos neste campo justifica a contínua renovação de obras didáticas neste campo;

b) a diversidade de enfoques dos conteúdos abordados;

c) As sucessivas reformas educacionais ocorridas nas últimas décadas (Lei 4.024/61 e 5.692/71, por ex.), as quais introduzem reformas curriculares, tornando muitas obras didáticas obsoletas. A centralização do sistema educacional brasileiro foi uma característica do período de 1946 (promulgação da Carta

Magna do país) a 1961 - aprovação da Lei 4.024/61, conforme destaca Werbebe (32a). Neste período até os programas desenvolvidos por uma disciplina, eram aprovados pelo Ministério de Educação e Cultura e tinham caráter nacional. As obras editadas na década de 50 e destinadas às nossas escolas públicas, traziam, frequentemente o "referendum": "De acordo com os programas em vigor, - conforme portarias nº 966, de 2/10/51 e 1.045, de 14/12/51, e de uso autorizado pelo Ministério da Educação e Cultura". Fenômeno inverso, ou seja uma maior flexibilidade, ocorrerá após a aprovação da Lei 4.024/61 e esta tendência se manterá na Lei 5.692/71.

d) O extraordinária aumento da população estudantil, em todos os níveis, estimula o aparecimento de autores de obras didáticas;

e) a influência de autores estrangeiros ou experiências desenvolvidas em outros países são transferidas ou adaptadas para nossos estudantes.

Desta forma, poderíamos observar, com raras exceções - representadas por obras que tentam novos caminhos ou enfoques para o ensino da Física - nossas obras didáticas são elaboradas visando atingir-se um mercado consumidor crescente, procurando adaptar-se aos currículos ou programas estabelecidos ou sugeridos por leis ou decretos.

Faremos uma breve análise das obras didáticas de Física que caracterizaram o ensino desta disciplina no período de 1945 a 1970, objetivando traçar-se um perfil das mesmas. Obras elaboradas anteriormente a este período e que foram também utilizadas no período citado, também serão enfocadas. Da mesma forma, analisaremos algumas obras destinadas, basicamente, ao preparo de alunos para exames vestibulares, visto terem as mesma penetrado, também, em nossas escolas de 2º Grau.

Assim, vamos verificar, de uma maneira geral, se:

1. A obra se destina a alunos do 2º Grau, basicamente.
2. A obra se destina a alunos do 2º Grau e aos candidatos aos exames vestibulares.
3. A obra se destina aos candidatos aos exames vestibulares.
4. Sugere a utilização de laboratórios ou a realização de experimentos.
5. Descreve experimentos básicos.
6. São feitas sugestões de experiências ou observações extra-classe.
7. Descreve aparelhos e instrumentos.
8. Apresenta exercícios resolvidos.
9. Os problemas propostos cobrem o conteúdo desenvolvido.
10. Todos os problemas propostos apresentam respostas.
11. As questões apresentadas apresentam respostas.
12. Os fenômenos em estudo são relacionados com os da vida diária do aluno.
13. Apresenta ilustrações adequadas e que complementem os textos.
14. São feitas sugestões metodológicas.
15. O assunto é apresentado, prevendo ser apresentado previamente por um professor.
16. A obra apresenta objetivos instrucionais para cada unidade.
17. Existe guia para o professor.
18. A obra é construída prevendo a participação do aluno em seu desenvolvimento.
19. Sugere leituras complementares.
20. Apresenta informações complementares e notas históricas.

As obras a seguir relacionadas serão analisadas através dos itens acima relacionados. Os textos assinalados com uma cruz (+), foram elaborados anteriormente a 1945 e com reformulações foram utilizados nas décadas seguintes. A título de curiosidade, utilizou-se do presente instrumento para se analisar o Projeto FAI e o PEF - Projeto de Ensino de Física/IFUSP-MEC/FENAME/PREMEN: MECÂNICA. Da

AUTORES E OBRAS

	1	2	3
+ ANIBAL FREITAS - <u>CURSO DE FÍSICA</u> - 4a. Série: <u>Mecânica</u> - <u>Barologia</u> - <u>Termologia</u> ; 5a. Série: <u>Acústica</u> - <u>Ótica</u> - <u>Eletricidade</u> . São Paulo. Ed. Melhoramentos. 1937.	S	-	-
+ FTD - <u>FÍSICA CICLO COLEGIAL</u> - 1a., 2a. e 3a. séries. Irmo Mário Marciano. São Paulo. 1945.	S	-	-
+ FRANCISCO ALCÂNTARA GOMES Fº - <u>FÍSICA</u> - 1a. Série Colegial; 2a. Série Colegial - 3a. Série Colegial. São Paulo. Ed. Nacional. 1943-1945.	S	-	-
MARIO SCHENBERG - <u>FÍSICA</u> - Para o Primeiro ano Curso Colegial. São Paulo. Ed. Nacional. 1945.	S	-	-
ROBERTO A. SALMERON - <u>INTRODUÇÃO À ELETRICIDADE E AO MAGNETISMO</u> . 1948. <u>INTRODUÇÃO À ÓTICA</u> - 1953. São Paulo (Ed.)	-	S	-
EDUARDO CELESTINO RODRIGUES e RÔMULO RIBEIRO PIERONI - <u>FÍSICA</u> - I, II e III Partes. São Paulo. Ed. Clássico-Científica. 1952-1953.	-	S	-
ANTÔNIO DE SOUZA TEIXEIRA JR. - <u>FÍSICA</u> - Primeira e Segunda Séries. ANTÔNIO S. TEIXEIRA JR. e MARIO RIZZO - <u>FÍSICA</u> - Terceira Série. São Paulo. Ed. do Brasil. 1953/1954.	S	-	-
IRMÃOS MARISTAS - <u>FÍSICA</u> - 1º, 2º e 3º Vols. - Coleção FTD. São Paulo. 1965 (Correspondem às edições anteriores, revistas e ampliadas).	S	-	-
L.P.M. MAIA - <u>MECÂNICA</u> ; <u>CALOR E ACÚSTICA</u> ; <u>ÓTICA E ELETRICIDADE</u> ; <u>Física 1</u> - Ótica Geométrica e Termologia/Cadernos do MEC; <u>FÍSICA 2</u> - Mecânica/Cadernos do MEC. Rio de Janeiro. 1951/1970.	-	S	-
DALTON GONÇALVES - <u>FÍSICA</u> : Do Científico e do Vestibular. Vol. 1/1961; Vol. 2/1962; Vol. 3/1962; Vol. 4/1964; Vol. 5/1966. Rio de Janeiro. Ao Livro Técnico.	-	S	-

- segue -

CONVENÇÃO UTILIZADA: S = SIM; N = NÃO; NS = NÃO SISTEMATICAMENTE  
NP = NÃO PROPÕE.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S	-	-	N	S	N	S	NS	NP	NP	NP	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N
S	-	-	N	NS	N	S	NS	N	S	NP	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N
S	-	-	N	S	N	S	S	NS	N	NP	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N
S	-	-	N	N	N	NS	NP	NP	NP	NP	N	S	N	S	N	N	N	N	N	N
-	S	-	N	S	N	S	S	S	S	N	NS	S	N	S	N	N	N	N	N	S
-	S	-	N	S	N	S	N	N	NS	NP	N	S	N	S	N	N	N	N	N	S
S	-	-	N	S	N	S	S	S	S	NP	N	S	N	S	N	N	N	N	N	S
S	-	-	N	S	N	S	S	S	S	N	S	S	N	S	N	N	N	N	N	S
-	S	-	N	NS	N	NS	S	S	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N	NS
-	S	-	N	N	N	S	S	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	N

AUTORES E OBRAS

- TORRE NILS OLOF POLMER-JOHNSON (Ed.) - MECÂNICA; TERMOLOGIA; E-  
LEMENTOS DE ÓPTICA; OSCILAÇÕES - ONDAS - ACÚSTICA; E-  
LEMENTOS DE ELETROLOGIA. São Paulo. 1953/1962.
- GERHARD SENGBERG - ELETRICIDADE - Tomos: I - ELETRODINÂMICA; II  
ELESTROSTÁTICA e III - ELETROMAGNETISMO. São Paulo. Li-  
vrraria Nobel. 1963.
- UDMYR PIRES DOS SANTOS - FÍSICA 1 - MECÂNICA/1968; FÍSICA 2 -  
TERMOLOGIA E ACÚSTICA/1969; FÍSICA 3 - ÓTICA E ELE-  
TRICIDADE/1970. São Paulo. Ed. Nacional.
- BEATRIZ ALVARENGA E ANTONIO MÁXIMO - FÍSICA - Vols. 1, 2 e 3. -  
Belo Horizonte. Ed. Bernardo Álvares. 1969/1971.
- A.A. NORA ANTUNES - FÍSICA ESCOLA NOVA 1 - MECÂNICA - TERMOLO-  
GIA/1969; FÍSICA ESCOLA NOVA 2 - ELETRICIDADE - MAG-  
NETISMO - ÓPTICA/1970. São Paulo. Ed. Moderna.
- 
- OSWALD H. BLACKWOOD, WILMER B. HERRON E WILLIAM C. KELLY - FÍ-  
SICA NA ESCOLA SECUNDÁRIA - Trad. José Leite Lopes e  
Jayme Tiomno. Rio de Janeiro. Ministério da Educação  
e Cultura. 1958.
- PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE (PSSC) - FÍSICA - I, II, III e  
IV partes. Brasília. Ed. Univ. Brasília. 1964.
- FÍSICA AUTO-INSTRUTIVO - FAI 1, 2, 3, 4 e 5. Grupo de Estudos  
em Tecnologia de Ensino de Física. São Paulo. Ed. Sa-  
raiva. 1973/1974.
- PROJETO DE ENSINO DE FÍSICA (PEF) - MECÂNICA 1 e 2. IFUSP - Ins-  
tituto de Física da Universidade de São Paulo. MEC/  
FENAME/PREMEN. Publ. FENAME - Ministério da Educação  
e Cultura. Rio de Janeiro. 1975.

ANÁLISE DE TEXTOS UTILIZADOS NO ENSINO DO 2º GRAU

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	-	S	-	N	NS	N	NS	S	S	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	N
I	-	-	S	N	NS	N	NS	N	S	S	N	N	S	N	S	N	N	N	H	N
i-	-	S	-	N	S	S	S	S	S	S	N	S	S	N	S	N	N	N	H	S
	S	-	-	N	S	N	NS	S	S	S	S	N	S	N	S	N	S	N	N	S
	S	-	-	N	NS	N	NS	S	S	N	NP	H	S	N	S	N	N	S	N	N
	S	-	-	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	N	S	N	N	N	S	S
e	S	-	-	S	S	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	N	S	N	S	S
	S	-	-	S	NS	N	N	S	S	S	S	N	S	S	N	S	S	S	N	S
s	S	-	-	S	N	N	N	N	S	S	S	N	S	S	N	N	S	S	S	S

Além das observações já feitas, é interessante -  
destacar ainda:

1. Não se pretende através da presente análise esgotar-se o assunto, nem mesmo emitir julgamento de valor acerca das obras citadas, mas sim detetar a presença de alguns aspectos considerados relevantes e sua possível evolução com o tempo, bem como suas origens.
2. Constata-se que até a década de 60, as principais obras didáticas de Física refletiam uma nítida influência européia (francesa, italiana e portuguesa, principalmente), sendo que os principais livros de Física utilizados em nossas escolas superiores, até então, procediam, basicamente, daqueles países. Evidentemente não era este o único setor de nosso país a sofrer influências culturais externas.
3. Ao término da 2a. Guerra Mundial - com a conseqüente hegemonia dos Estados Unidos - a atenção de muitos físicos brasileiros se volta para aquele país, tendo em vista, também, os extraordinários êxitos obtidos pela ciência e tecnologia antes, durante e após a guerra - em quase todos os campos - e principalmente, no setor da Física Nuclear.
4. Nosso país, que carecia de uma tradição cultural própria, passa, a partir de 1945, sofrer, em todos os campos, a influência norte-americana, de uma maneira acentuada. O primeiro impacto, que o ensino de Física, do 2º Grau recebeu, foi através da tradução da obra: "FÍSICA NA ESCOLA SECUNDÁRIA" de Oswald H. Blackwood, Wilmer B. Herron e William C. Kelly, - traduzida pelos físicos José Leite Lopes e Jayme Tiomno/1958, publicada pelo Ministério da Educação e Cultura e largamente difundida em todo território nacional. Paralelamente, nossas escolas superiores também passam a utilizar, de forma crescen

mesma forma analisaram-se as obras norte-americanas: FÍSICA NA ESCOLA SECUNDÁRIA de Oswald H. Blackwood, Wilmer B. Herron e William C. Kelly e o PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE (PSSC) os quais influenciaram o ensino de Física em nosso país, a partir da década de 1960.

Coexistindo com as obras didáticas ou independentes das mesmas, são também utilizados no 2º Grau, publicações contendo: problemas, questões e testes, com objetivos variados: complementar textos carentes de uma variedade de questões, suprimindo desta forma lacunas existentes; acompanhar cursos cujos professores não utilizavam obras didáticas e também, visando treinar o estudante a resolver questões para melhor prepará-los aos exames vestibulares. Neste sentido, podemos citar algumas obras mais utilizadas no período em questão:

- PROBLEMAS DE FÍSICA (600 Problemas com resultados). Guilherme Bonfim Dei Vegni-Néri. São Paulo. Livraria Francisco Alves/1941.
- PROBLEMAS DE FÍSICA - Antonio S. Teixeira Jr. São Paulo. Ed. do Brasil S/A/1951.
- 900 EXERCÍCIOS DE FÍSICA - Eduardo Celestino Rodrigues e Walter Toledo Silva. São Paulo. Ed. Clássico Científica. 1951.
- PROBLEMAS DE MECÂNICA - CALOR e ACÚSTICA - ÓTICA e ELETRICIDADE (Coleção). Rio de Janeiro. 1951/1958. L.P.M. MAIA.
- EXERCÍCIOS DE FÍSICA - MECÂNICA - TERMOLOGIA - ACÚSTICA - ÓPTICA - ELETRICIDADE (Coleção). São Paulo/1954-1964. (Ed.) TORE - NILS OLOF FOLMER-JOHNSON.
- PROBLEMAS DE FÍSICA - CINEMÁTICA - ESTÁTICA - DINÂMICA - HIDROSTÁTICA - TERMOLOGIA - ELETRICIDADE - ÓTICA e ACUSTICA (Coleção). São Paulo/1960. Livraria Nobel S.A. I.M. ROZENBERG e MAX GEVERTZ.

Evidentemente o número de obras com questões propostas é bastante numeroso e nos limitamos a apresentar, como exemplo, as mais difundidas no país.

te, textos elaborados por autores norte-americanos, tais como FÍSICA de Francis Weston Sears (trad. em 1945), FÍSICA de Robert Resnick e David Halliday (a partir de 1962) - entre outros.

5. A introdução do Physical Science Study Committee (PSSC)-1964- foi acompanhada de uma tendência para a tradução de outras obras elaboradas nos Estados Unidos.
6. A década de 70, com a elaboração dos projetos nacionais de ensino de Física (FAI - Física Auto-Instrutivo; PEFÉ - Projeto de Ensino de Física; PBF - Projeto Brasileiro de Física), marca uma reação à tendência de se importar material instrucional para resolver nossos problemas educacionais. A este respeito previnem Beatriz Alvarenga e Antônio Máximo no prefácio de sua obra FÍSICA, anteriormente analisada: "Programas organizados em outros países têm sido traduzidos, mas cedo verificou-se a impossibilidade de sua adoção integral, seja pelas dificuldades materiais que ela acarretaria, seja pela inadequação de sua filosofia à nossa realidade". Grupos de investigadores brasileiros, no campo do ensino de Física, passaram a pesquisar soluções alternativas para nossa realidade educacional, - sem desprezar as experiências desenvolvidas alhures. Tal tendência, também se observa no ensino universitário, embora com intensidade menor do que seria desejável.
7. A pequena preocupação com as atividades experimentais no ensino do 2º Grau, pode ser observada no levantamento realizado e também no fato de que detetamos uma única publicação, em dois volumes, dedicada às atividades de laboratório: MANUAL DE EXPERIÊNCIAS DE FÍSICA - Vols. I e II/1965, preparados por: Antônio S. Teixeira Jr, Anita R. Berardinelli, Alberto de Mello, Fuad K. Miguel, Plínio U.M. Santos e Teresinha W. Campos- EDART.

## ANEXO 2

Nossas escolas, métodos de ensino, programas, professores e alunos, tem sido exaustivamente estudados por muitos educadores nas últimas décadas, cujas análises demonstram não somente a extensão como também a complexidade dos problemas a eles ligados. Assim, temos a colocação de Kelly (33): "Quando, levado pelas melhores intenções, o mestre-escola persegue no aluno, o erro, não atenta em que nem sempre o erro está do lado de lá, no estudante, mas também do lado de cá, ou seja no professor, no programa, na organização da escola, na sistemática do ensino, nas leis que o estruturam, nos vícios e embaraços da comunidade a que serve".

No mesmo sentido temos as observações de Werebe (32b): "Em relação aos métodos de ensino predomina, em nossas escolas, a exposição didática, na pior de suas formas. Os professores "expõem" a matéria durante as aulas e os alunos estudam nos apontamentos ou, o que é mais frequente, nos manuais escolares. São estes que, de fato, dão o "tom pedagógico" ao ensino, porque os alunos se guiam quase que exclusivamente por eles, procurando memorizar os textos, à moda do que se fazia na Idade Média. O aproveitamento nas aulas é, em geral, mínimo, em virtude do caráter excessivamente teórico das exposições, do grande número de alunos por classe e da indisciplina que evidentemente, resulta do ensino pouco interessante". E, mais adiante, prossegue em suas considerações:

"Os programas devem constituir um guia de trabalho para o professor e não um roteiro rígido que deve ser seguido cegamente. Por isso mesmo, não bastará mudá-los para que se modifique radicalmente o ensino de cada matéria. Os vícios peda-

gógicos da má tradição imperante nos cursos secundários perduram até que os professores se compenetrem dos objetivos que devem buscar e encontrem os meios adequados para atingi-los".

"Devemos reconhecer que é preciso muito entusiasmo e boa vontade, além de boa formação pedagógica, para se tentar renovar o ensino nas nossas condições escolares. Ao lado da resistência às inovações, é desanimadora a carência de recursos de que se dispõe para qualquer prática fora do sistema expositivo. As bibliotecas, quando existem, são geralmente pobres, limitando-se via de regra a reunir manuais didáticos. São às vezes intransponíveis as dificuldades para a realização de excursões, criação de clubes de estudo, de grupos de teatro, para a promoção de atividades extra-escolares, em geral".

"Os laboratórios, na maioria das escolas, são mal aparelhados, pobres de material, não sendo possível aos professores ir muito além de umas poucas demonstrações feitas diante da classe. Em geral, não há tempo para verificar as incompreensões, as noções mal assimiladas, quando um controle nesse sentido, estabelecido sistematicamente, constituiria a real medida do rendimento escolar".

"É evidente que se registram aqui e acolá esforços individuais de professores que procuram renovar os métodos de ensino, introduzindo práticas modernas, procurando obter participação mais ativa dos alunos, evitando os males do verbalismo. São, porém, esforços esparsos, sem apoio oficial, muitas vezes incompreendidos por parte das autoridades escolares, da direção das escolas, quando não dos alunos, viciados por um regime de passividade..."

Entendemos serem importantes, as observações da educadora brasileira, visto encontrarmos nos atuais pronunciamentos

de autoridades de ensino e pesquisadores educacionais, uma situação não em desacordo com o quadro descrito por ela. Talvez, tenhamos nos últimos anos, fruto da expansão do número de matrículas, em todos os níveis de ensino e a conseqüente multiplicação de escolas, um agravamento da situação em muitos pontos.

Uma análise de trabalhos apresentados nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física (1970, 1973 e 1976), nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, em outros conclaves ou publicações especializadas, nos apresenta um quadro não muito alentador, apesar de inúmeras experiências realizadas neste campo nos últimos anos.

A seguir apresentaremos um breve levantamento realizado em 1969, no qual foram ouvidos 86 professores de Física, que lecionavam em escolas de 2º Grau de São Paulo, as quais encontram-se relacionadas no Anexo 3, visando observar alguns aspectos referentes ao ensino de Física, com o objetivo de se apresentar algumas alternativas para problemas, muitos dos quais já detetados através de nossa vivência no ensino de 2º Grau. É apresentado a seguir, o modelo do Questionário (entrevista) utilizado.

RESULTADOS OBTIDOS COM O LEVANTAMENTO REALIZADO EM 1969

86 PROFESSORES

1. QUANTO AOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO DOS CURSOS:

	Nº Professores	%
Expõe a matéria (aula expositiva)	73	84,9%
Usa outro método (dinâmica de grupo, estudo - dirigido, aulas de discussão, não esclareceram)	13	15,1%

2. UTILIZAÇÃO OU NÃO DE OBRAS DIDÁTICAS

	<u>S É R I E S</u>					
	1a./75		2a./58		3a./39	
	Adota livro(s)	29	38,7%	18	31%	4
Adota Apostila	14	18,7%	9	15,5%	9	23,1%
Não utiliza Texto Algum	32	42,7%	31	53,4%	26	66,7%

3. UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO

	<u>S É R I E S</u>					
	1a./75		2a./38		3a./39	
	Utiliza o laboratório regularmente	7	9,3%	6	10,3%	8
Utiliza ocasionalmente	12	16%	5	8,6%	5	12,8%
Utiliza para demonstrações	8	10,1%	4	6,9%	5	12,8%
Não utiliza o Laboratório	48	64%	43	74,1%	21	53,8%

- 3.1 - As respostas mais frequentes dadas quando inquiridos o porque da não utilização do laboratório, foram:
- Falta de instalação e material experimental;
  - Falta de tempo para preparar os experimentos;
  - Não vê necessidade de se desenvolver a parte experimental;
  - É impossível controlar-se uma classe com mais de 40 alunos no Laboratório;
  - O tempo não suficiente nem para se desenvolver a parte teórica...
  - O tempo de duração de uma aula não dá para se realizar uma experiência completa...
  - etc.

#### 4. SATISFAÇÃO QUANTO AOS RESULTADOS OBTIDOS

Estavam Satisfeitos	32	37,2%
Não estavam satisfeitos	7	8,1%
Não opinaram	47	54,7%

#### 5. SUGESTÕES PARA MELHORIA DO ENSINO DE FÍSICA

Necessidade de livros melhores (sem outras especificações)	64
Melhores instalações p/laboratório e equipamentos suficientes	37
Utilização de novos métodos de ensino (sem especificação).	17
Aumento do nº de aulas de Física	9
Eliminar carteiras fixas	5
Dispor de biblioteca especializada	5
Cursos de férias p/professores	5
Não deram sugestões	11

PROFESSOR: \_\_\_\_\_  
ESCOLA: \_\_\_\_\_ LOCAL: \_\_\_\_\_  
SÉRIES QUE LECIONA: \_\_\_\_\_ PERÍODOS: \_\_\_\_\_

1. É formado em \_\_\_\_\_
2. Leciona alguma outra matéria além de Física?  
Qual(is): \_\_\_\_\_
3. Leciona em outro estabelecimento de ensino?  
Qual: \_\_\_\_\_
4. Explique a forma como você desenvolve seu curso de Física:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
5. Você adota ou indica livros ou apostilas?  
Quais? (Especificar por série): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
6. Existe Laboratório em sua escola? \_\_\_\_\_ Você o utiliza? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_. Explique a forma como você o utiliza: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
7. Se você respondeu negativamente à item anterior, explique o(s) motivo(s): \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
8. Há outros professores de Física em seu estabelecimento? \_\_\_\_\_  
Em caso afirmativo, vocês desenvolvem os mesmos programas e com a mesma bibliografia? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
9. Você está satisfeito com o resultado que obtém normalmente com o desenvolvimento de seus cursos? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
10. Seus alunos demonstram normalmente interesse pela matéria a ser estudada? \_\_\_\_\_
11. Na sua opinião, o que poderia ser feito para melhorar o ensino de Física. Faça as sugestões que julgar necessárias.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

ANEXO 3

Relacionamos a seguir, as escolas nas quais foi - testado o Projeto FAI e realizados levantamentos e observações - diversas. As denominações das escolas ainda são as que vigoravam no Estado de São Paulo até início de 1976, ocasião em que as denominações: Ginásio, Colégio e Institutos, foram substituídas por Escolas do 1º ou do 2º Grau. Algumas escolas que até 1975, possuíam cursos de 1º e 2º Graus, passaram a ministrar apenas o 1º Grau.

Utilizar-se-á a seguinte convenção: (a) Quando o nome da escola estiver seguido de um asterisco (\*), tratar-se-á de estabelecimentos nos quais foram ouvidos, em 1969, cerca de 86 professores; (b) dois asteriscos (\*\*) correspondem às escolas nas quais 1.346 estudantes foram ouvidos, em 1969 e (c) três asteriscos, escolas onde o projeto foi testado a partir de 1970(\*\*\*)

Colégio Estadual "Prof. Wolny Carvalho Ramos"	*	**	***
Col. Estadual "Idalina Macedo da Costa Sodré"	*	**	***
Colégio Estadual "Antônio Raposo Tavares"	*		
Colégio Estadual "Assis Chateaubriand"	*	**	***
Colégio Estadual "Plínio Barreto"	*	**	***
Instituto Estadual de Educação "Albino Cesar"	*	**	***
Instituto Estadual de Educação "Otávio Mendes"	*		***
Colégio Estadual de Vila Prudente	*		***
Colégio Estadual de Vila Alpina	*		***
Inst. Est. de Educação "Prof. Alberto Levy"	*		***
Colégio Estadual de São Bernardo do Campo	*		***
Colégio Estadual "Prof. Anísio Teixeira"			***
Colégio Estadual de Jundiaí	*		
Colégio "Santa Cruz"	*		***

- Colégio Estadual de Rio Bonito \*
- Colégio Estadual de Guarulhos \*
- Colégio Estadual "Presidente Roosevelt" \*
- Escola Técnica Estadual "Lauro Gomes" \* \*\*
- Colégio Estadual "Martin Afonso" \*
- Colégio Nossa Senhora do Rosário \* \*\*\*
- Escola Nossa Senhora do Carmo \*
- Instituto Est. de Educação "Fernão Dias Paes" \*
- Colégio Estadual "José Marques da Cruz" \*
- Colégio Estadual de Santo André \* \*\*\*
- Colégio Estadual de Jaçanã
- Colégio Estadual de Vila Mazzei \* \*\*\*
- Colégio Estadual "Oswaldo Aranha" \* \*\* \*\*\*
- Colégio Estadual de São Paulo \*
- Colégio Archidiocesano \* \*\*\*
- Colégio Estadual "Roldão Lopes de Barros" \*
- Colégio Estadual Brasília Machado \*
- Escola Técnica de Cerâmica do Senai \* \*\*\*
- Inst. Est. de Educação "Padre Anchieta" \* \*\*\*

ESCOLA: \_\_\_\_\_ PERÍODO: \_\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_ CLASSE: \_\_\_\_\_

1. Ao concluir o curso você pretende ingressar em alguma faculdade? Sim (    ); Não (    ); Não decidiu (    ).
2. Indique, no caso de sua resposta ter sido afirmativa, a carreira de sua preferência: Engenharia, Medicina, História, Geografia, Matemática, Pedagogia, Psicologia, Sociologia, Escola de Comunicações e Artes, Direito, Economia, Administração de Empresas, Agronomia, Física, Química, Letras, Enfermagem, Educação Física.

Se sua opção for diferente das carreiras relacionadas acima, indique-a a seguir: \_\_\_\_\_.

3. Você possui algum emprego? Sim (    ); Não (    ).

Em caso de resposta afirmativa, declare sua natureza:

\_\_\_\_\_

4. Se sua resposta anterior for afirmativa, indique se ele tem alguma relação com a escolha de sua futura carreira:

\_\_\_\_\_

5. Se você já se decidiu por uma futura carreira, explique o(s) motivo(s) desta escolha:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Qual é a profissão de seu pai? \_\_\_\_\_

E da sua mãe? \_\_\_\_\_.

7. Diga o tipo de livro que você mais gosta de ler:

\_\_\_\_\_

A N E X O 4TESTE DIAGNÓSTICO

O objetivo na aplicação do teste em anexo, foi verificar o domínio por parte do estudante de unidades que seriam necessárias para o desenvolvimento dos conteúdos a serem programados, pertencentes basicamente ao campo da matemática. O resultado deste teste nos levou a programar os Capítulos I e II do FAI 1, os quais se constituem em pré-requisitos para as unidades subsequentes. É importante salientar que os itens constantes do teste, integram os programas que deveriam ter sido desenvolvidos anteriormente. Este teste foi aplicado para cerca de 231 alunos dos períodos diurnos e noturnos, voluntários, no mês de dezembro de 1969, os quais estavam concluindo a 8a. série do 1º Grau (antiga 4a. série ginásial) e que pretendiam continuar seus estudos. Os alunos pertenciam às escolas: Colégio Estadual "Prof. Wolny de Carvalho Ramos", Colégio Estadual "Idalina Macedo da Costa Sodré", Instituto Estadual de Educação "Albino Cesar", Colégio Estadual "Oswaldo Aranha". Os resultados obtidos foram tratados globalmente, em termos percentuais.

Código utilizado: A - acertos; E - erros; B - não foram resolvidas.

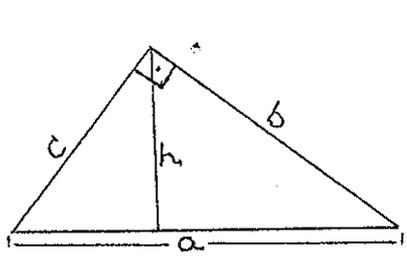
	%		
	A	E	B
1. Efetue as operações indicadas:			
a) $10^3 \times 10^4 \times 10^2 =$ _____	43	39	18
b) $10^{-3} \times 10^5 \times 10^{-2} =$ _____	31	37	32
c) $10^{-5} : 10^4 =$ _____	18	43	39
d) $10^4 : 10^4 =$ _____	53	28	11
2. Transforme em potência de 10:			
a) 1.000 = _____	44	35	21

	A	B	C
b) $0,00001 = \underline{\hspace{2cm}}$	6	22	72
3. Efetue as operações utilizando-se as bases indicadas:			
a) $2^2 \times 2^{-3} \times 2^{11} = \underline{\hspace{2cm}}$	38	35	27
b) $\frac{3^6 \times 3^5}{3^{-4} \times 3} = \underline{\hspace{2cm}}$	4	31	65
4. Transforme em metros:			
a) $0,054 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}}$	22	51	27
b) $34,5 \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}}$	19	58	23
5. Converta em centímetros:			
a) $135 \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}}$	31	42	27
b) $0,42 \text{ km} = \underline{\hspace{2cm}}$	16	46	38
6. Converta em kilogramas:			
a) $7.500 \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}}$	24	43	37
b) $0,50 \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}}$	11	53	36
7. Converta em horas:			
a) $7.200 \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}}$	21	55	24
b) $600 \text{ minutos} = \underline{\hspace{2cm}}$	57	21	22
8. Converta em segundos:			
a) $1,7 \text{ horas} = \underline{\hspace{2cm}}$	-	13	87
b) $2,7 \text{ minutos} = \underline{\hspace{2cm}}$	-	17	83
9. Determine a área de um quadrado de 2,0 m de lado: $\underline{\hspace{2cm}}$			
Transforme o resultado em $\text{cm}^2$ :			
$\underline{\hspace{2cm}}$	-	11	89
10. Qual é a área de um retângulo de lados iguais a 4 e 5 cm? $\underline{\hspace{2cm}}$			
	31	22	47

Dê a resposta em m<sup>2</sup>: \_\_\_\_\_

A	E	B
-	7	93

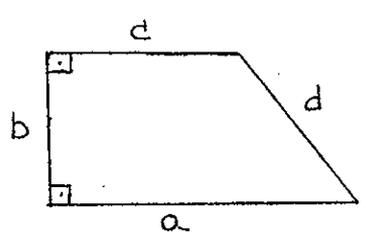
11. Determine a área do triângulo abaixo:



- a = 10 m
- b = 8 m
- c = 6 m
- h = 4,8 m

23	34	43
----	----	----

12. Determine a área do trapézio desenhado abaixo: \_\_\_\_\_



- a = 4,0 cm
- b = 2,0 cm
- c = 2,5 cm

5	14	81
---	----	----

13. Determine o volume de um cubo cuja aresta vale 3,0 cm: \_\_\_\_\_

8	26	66
---	----	----

14. Construa um plano cartesiano e indique no mesmo os pontos: A(5, 0), B(1, 6), C(-2, -5) e D(-4, 3).

4	6 <sup>+</sup>	90
---	----------------	----

15. Construa num plano cartesiano os gráficos das retas definidas pelas equações:

- a)  $y = 3x - 2$
- b)  $y = x + 4$
- c)  $y = 5$
- d)  $x = -4$

2	5 <sup>+</sup>	93
---	----------------	----

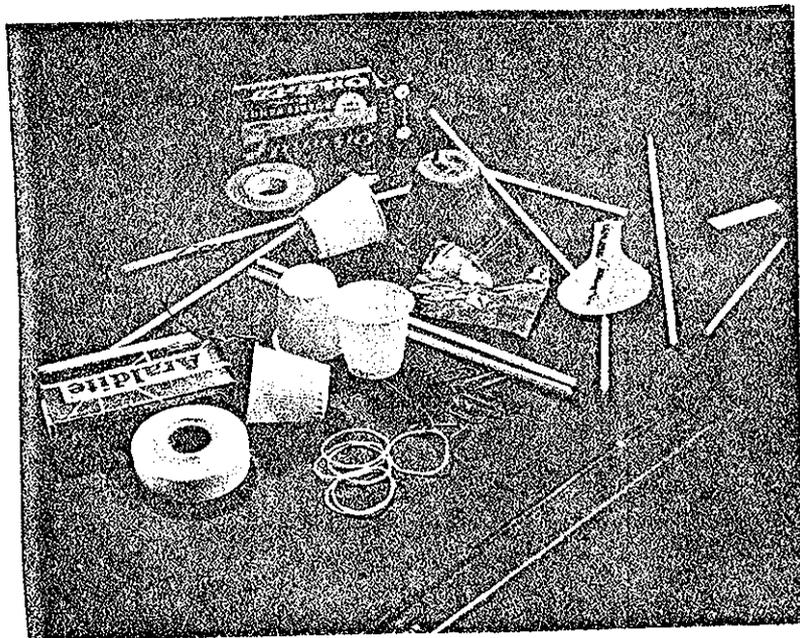
+ Alguns itens estavam corretos

ANEXO 5

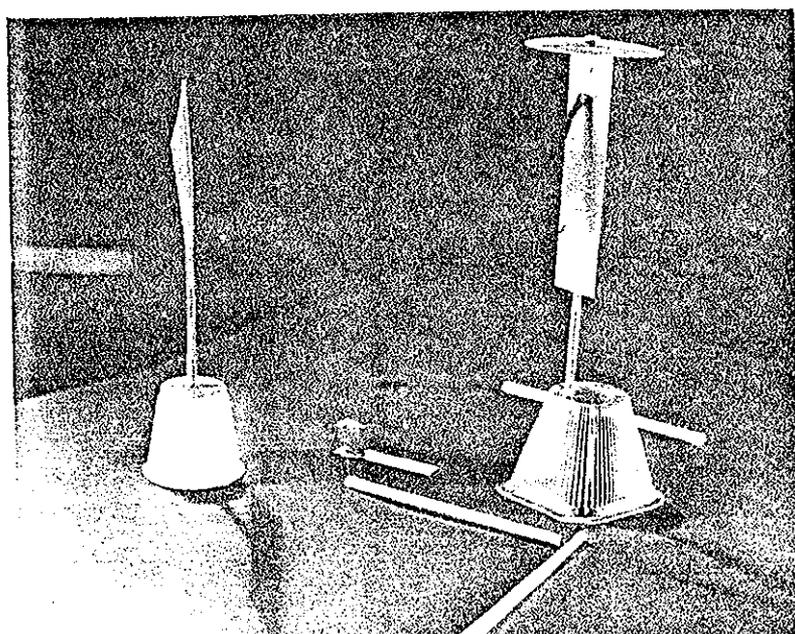
Apresentaremos a seguir, ilustrações de aparelhos simples, elaborados a partir de elementos de fácil obtenção: copos de plástico descartáveis, seringas, fios, tubos de vidro ou plástico, elásticos, papel aluminizado, grampos, clips, cartolina, isopor, madeira, etc. Procura-se incentivar o aluno na elaboração de seu próprio material experimental, quando possível.

Segue, também em anexo, um modelo de guia de experimentos de eletrostática para auxiliar o estudante na aquisição de conceitos referentes a este tema, constante no FAI 5. Tal material foi desenvolvido após a edição do referido volume.

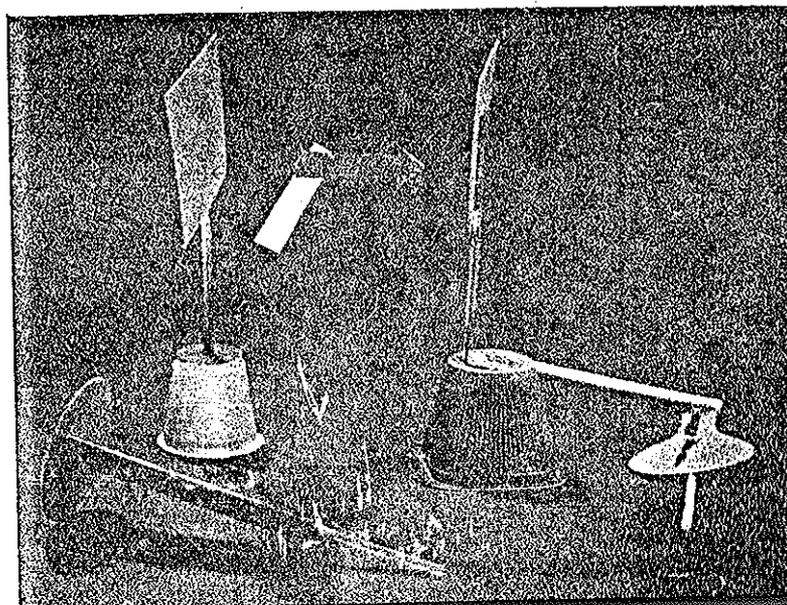
MATERIAL UTILIZADO PA-  
RA A ELABORAÇÃO DE UM  
"KITS" DE ELETROSTÁTICA



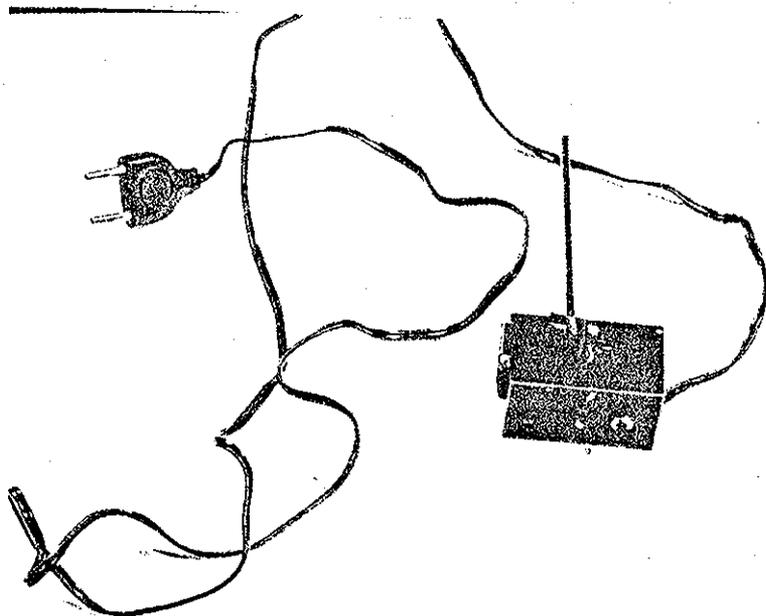
ELETROSCÓPIO CARREGADO



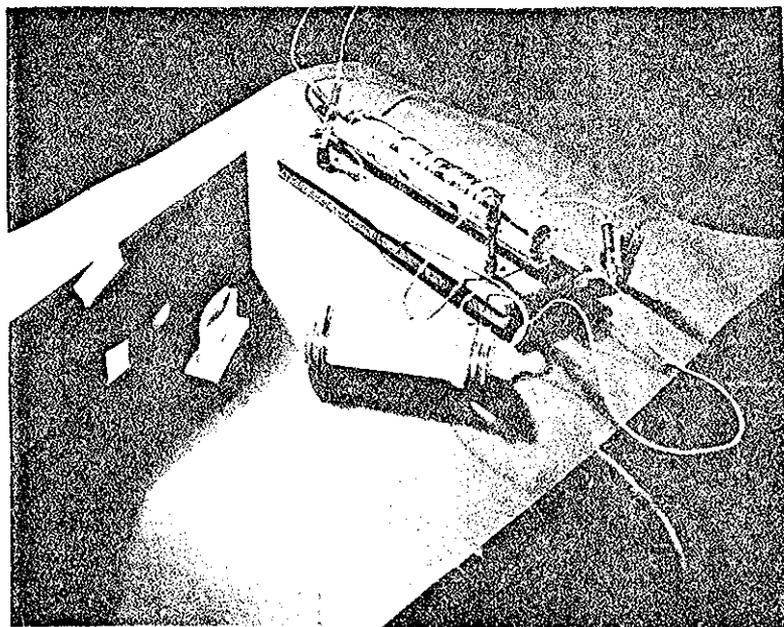
DOIS CONDUTORES PLANOS  
ELETRIZADOS E UM TER-  
CEIRO EM FORMA DE SETA



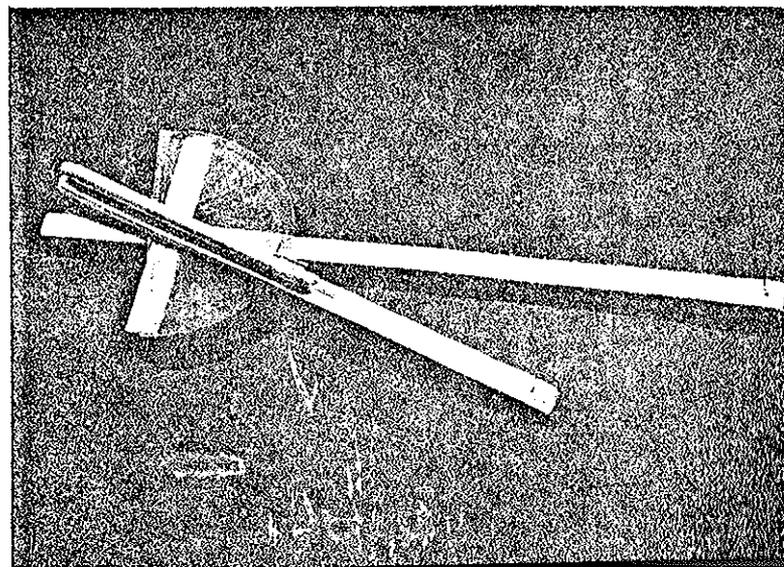
MARCADOR DE TEMPO



"KITS" DE ÓTICA



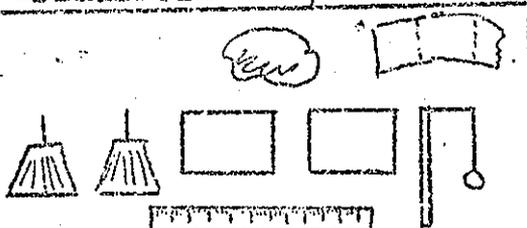
MEDIDOR DE DISTÂNCIA



# GUIA PARA EXPERIMENTOS DE ELETROSTÁTICA

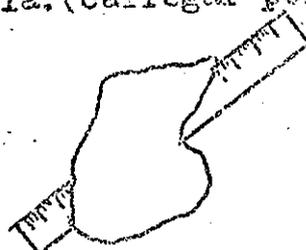
## I - Maneiras de carregar eletricamente um corpo.

### EXPERIÊNCIA - 1

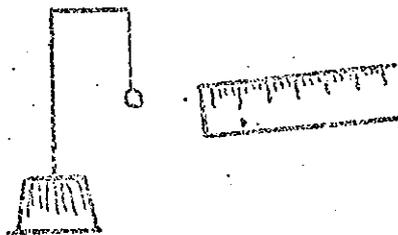


Material utilizado:  
 meia, régua, suportes, papel  
 higiênico, pêndulo, placas  
 de cartão aluminizado.

1- Atrite a régua com a  
 meia. (carregar por atrito)



2- Aproxime a régua do  
 pêndulo.



3- descreva o que aconte-  
 ceu.

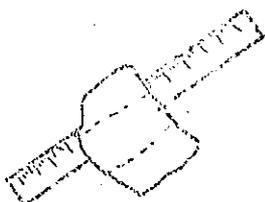
4- Explique o que aconte-  
 ceu.

### EXPERIÊNCIA - 2

1- Toque o dedo no pênda-  
 lo.



2- Atrite a régua com o  
 papel higiênico.



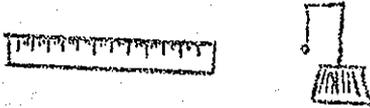
Aproxime a régua do  
 pêndulo.

3- Descreva e explique o  
 que acontecerá.

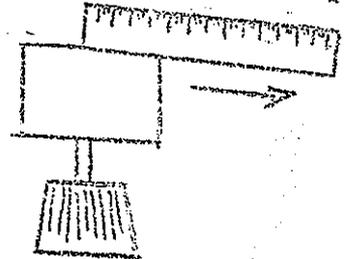
EXPERIÊNCIA - 3

CARREGAR POR CONTACTO

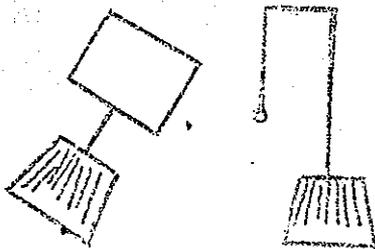
1 - carregue a regua e o pêndulo. ( exp. 1 )



2- Passe a regua na parte superior da placa.



3- Aproxime a regua do pêndulo.

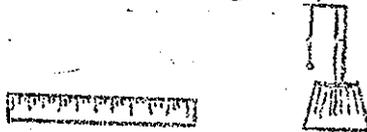


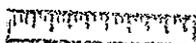
4- Observe e explique o que aconteceu.

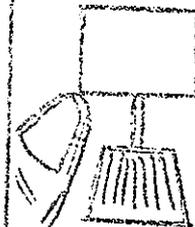
EXPERIÊNCIA - 4

CARREGAR POR INDUÇÃO

1- Carregue a regua e o pêndulo. (exp. 1)

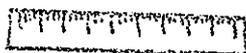


2- 



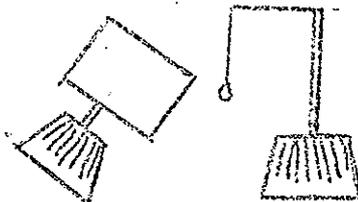
Toque o dedo na placa e a aproxime a regua da mesma.

3-



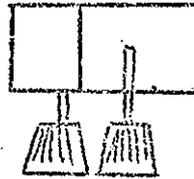
Afaste o dedo sem retirar a regua.

4- Afaste a regua e aproxime a placa do pêndulo.

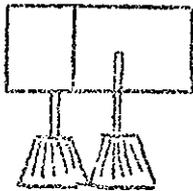


5- Observe e explique o que aconteceu.

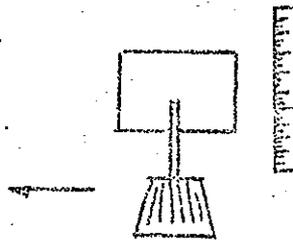
1- Encoste uma placa na outra de modo que as partes aluminizadas se toquem.



2- Carregue a regua por atrito e aproxime de uma das placas.



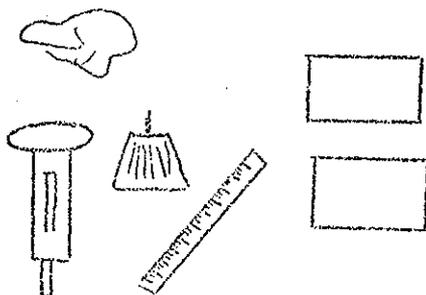
3- Afaste uma placa sem afastar a regua.



4- Carregue o pendulo e aproxime uma das placas do resso. Em seguida repita o mesmo procedimento para a outra placa. Não deixe a placa tocar o pendulo.

5- Descreva e explique o que aconteceu.

II - Eletroscopio. ( detecção do sinal das cargas )

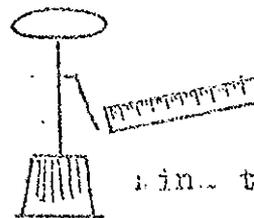


Material utilizado

EXPERIÊNCIA - 1

CARREGAR POR CONTATO

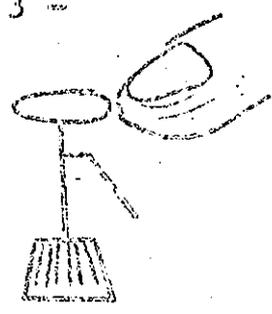
1- Carregue a regua e aproxime a ressa do eletroscopio.



Deixe a lâmina tocar a regua.

2 - Desenhe e explique o que aconteceu.

3 -



Foque o dedo no disco e observe o que acontece.

4 - Explique o que aconteceu.

5 -



Recorregas o eletrólito pela placa de vidro no interior. Curregas a placa por contacto e aproxima-a do disco.

6 - Explique o que aconteceu.

7 -



Curregas o eletrólito pela placa de vidro no interior do aparelho. Aproxima-a do disco eletrólito.

8 - Explique o que aconteceu.

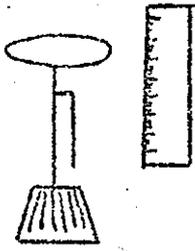
EXPERIÊNCIA - 2

1 - CARREGAR O INDICADOR



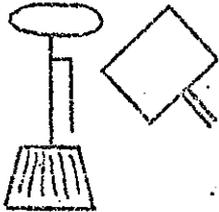
Enche-se o tubo com o eletrólito. Aproxima-se o dedo no disco do eletrólito e aproxima-se a placa de vidro do disco.

2- Afaste o dedo sem afastar a regua.



3- Afaste a regua e explique o que aconteceu.

4- Aproxime uma placa carregada por indução do disco do eletroscópio.



5- Explique o que aconteceu.

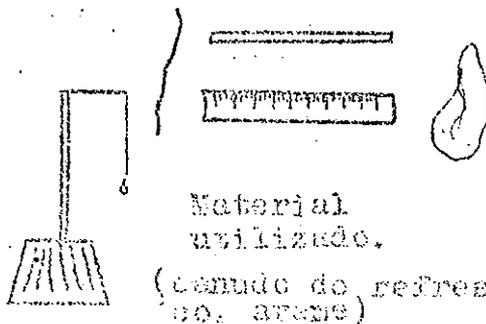
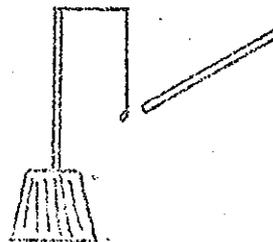
6- Repita o item 4 usando uma placa carregada por contacto. Explique.

III - Condutores e isolantes

EXPERIÊNCIA -1

1- Carregue o pendulo

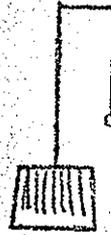
e encoste um canudo na sua extremidade.



Material utilizado.  
(canudo de refresco, arene)

3- Afaste ligeiramente o canudo. Observe e explique o que aconteceu.

4- Afaste totalmente o canudo e aproxime a régua carregada do pêndulo

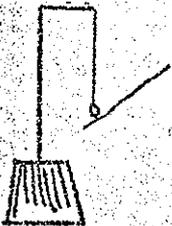


5- Explique o que aconteceu.

6- Repita a experiência I-III usando um pedaço de vidro em lugar do canudo. Explique.

## EXPERIÊNCIA - 2

1- Carregue o pêndulo e encoste um pedaço de arame ou qualquer metal na extremidade do pêndulo.



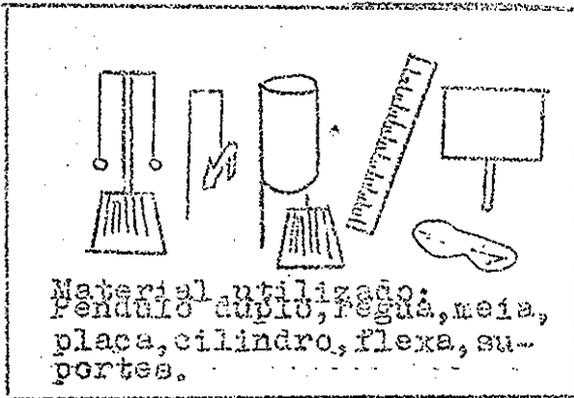
2- Afaste ligeiramente o arame. Observe o que aconteceu e explique.

3- Afaste totalmente o arame e aproxime a régua carregada do pêndulo.



4- Explique o que aconteceu.

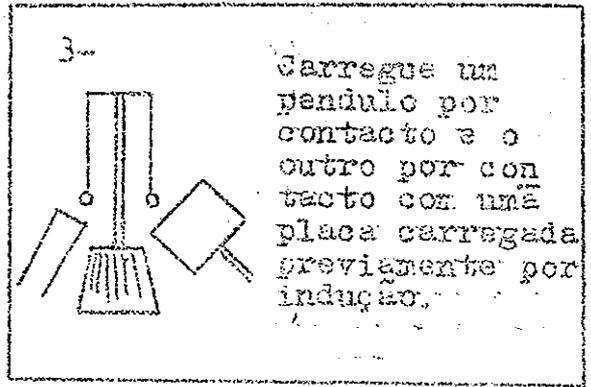
IV - Força elétrica



EXPERIÊNCIA - 1

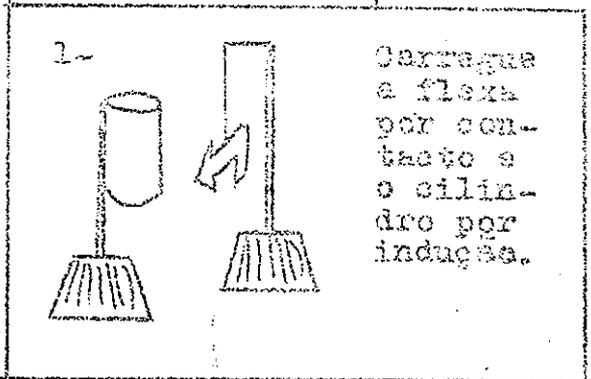


2- Observe e explique o que aconteceu.

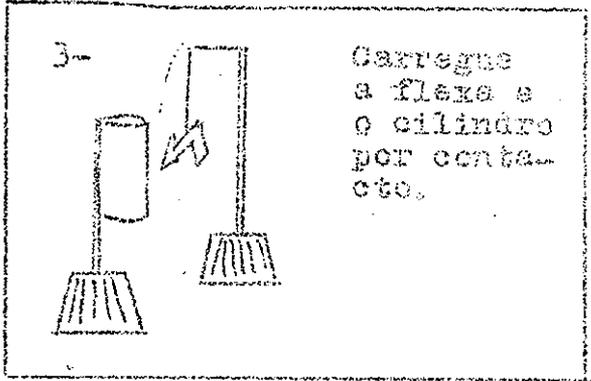


4- Observe e explique o que aconteceu.

EXPERIÊNCIA - 2



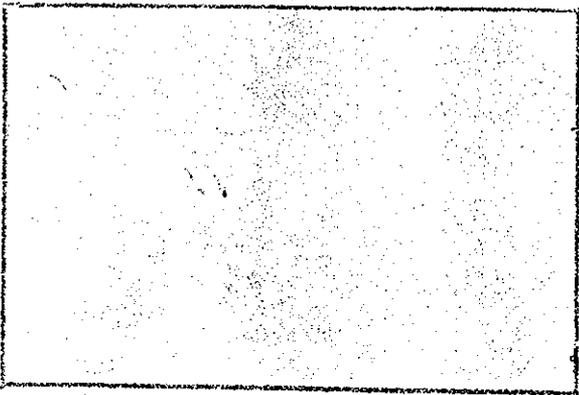
2- Observe e explique o que aconteceu.



4- Explique o que aconteceu.

5- Repita os itens anteriores carregando o pendulo por contacto com um corpo carregado por indução.

6- Explique o que aconteceu.



V - Campo elétrico.

EXPERIÊNCIA 1

Material utilizado

1- Carregue a flexa por contacto e a placa por indução.

2- Aproxime a flexa do centro da placa.

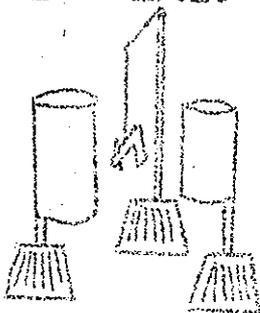
3- Explique o que aconteceu.

4- Varie lentamente a posição da flexa aproximando-a da parte central da placa e em seguida das bordas. Durante o movimento, observe e anote as posições da flexa.

5- Explique o que aconteceu.

EXPERIÊNCIA - 2

1- "DIPOLO"



Carregue um cilindro por indução e o outro e a flexa por contacto.

2- Varie a posição da flexa aproximando-a dos cilindros. Observe as posições da flexa durante o movimento.



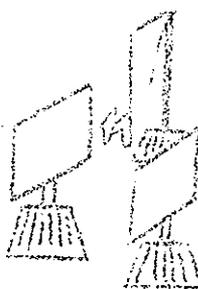
3- Explique o que aconteceu.

4- Repita o procedimento anterior com outra vez carregando os dois cilindros por indução e a flexa por contacto. Tome cuidado para que a flexa não toque nos cilindros.

5- Explique o que aconteceu.

EXPERIÊNCIA - 3

1- CONDENSADOR



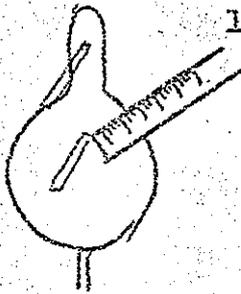
Carregue uma placa por indução e a outra e a flexa por contacto.

2- Aproxime a flexa das placas, variando a posição da mesma com relação a elas.  
Durante o movimento, observe como a flexa se orienta.

3- Explique o que aconteceu.

EXPERIÊNCIA - 4

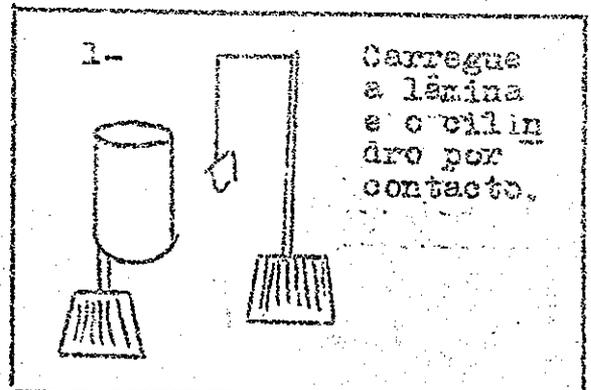
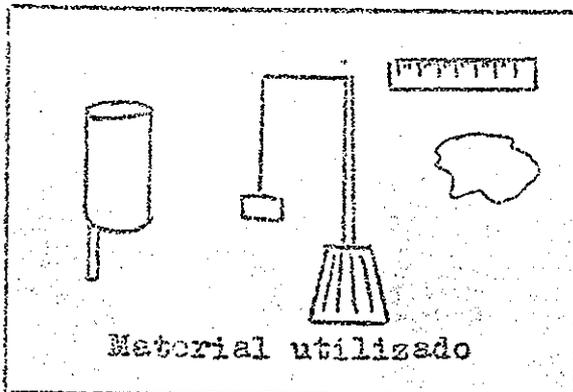
PODER DAS PONTAS



1- carregue o dispositivo por contacto.

2- Observe o ângulo das lâminas. Explique.

VI - Potencial elétrico



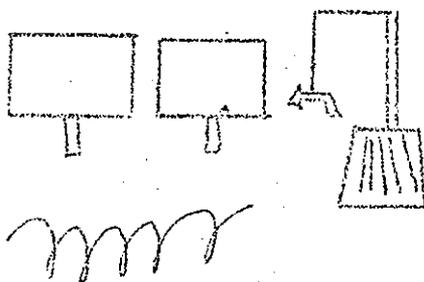
2- Varie a posição da lâmina com relação ao cilindro.



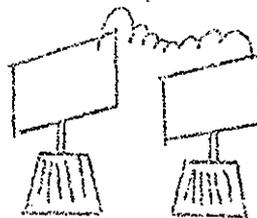
3- Explique o que aconteceu.

VII - Corrente elétrica

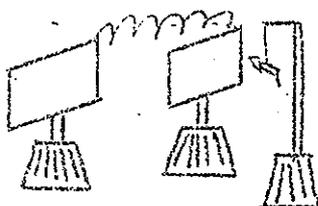
Material utilizado



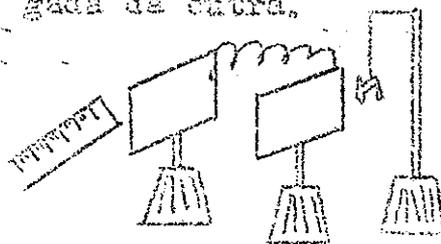
1- Carregue a flexa por contacto e ligue as placas pelo fio.



2- aproxime a flexa de uma das placas.



3- Aproxime a regua carregada de outra.



3- Explique o que aconteceu

F I M

Norberto C. Ferreira

CEPEF

FAI.





MODELO DE AVALIAÇÃO (Extraído do Manual do Professor)Ex . 1

Teste nº ..... Unid.:Cap.III - 1ª Parte - Secções 1,2,3. e 4

Colégio:.....

Aluno:.....Nº:..... Classe:.....Data.....

1) Leia atentamente as seguintes sentenças:

a) Meu carro encontra-se parado na rua de minha casa, distante 150 m dela.

b) Meu automóvel encontra-se parado na Via Dutra, no quilômetro 30 a partir de São Paulo.

Indique qual delas define a posição do automóvel. Cite as características que definem a posição.

2) Um veículo parte da posição A (10 km) e dirige-se até a posição B (50 km) e em seguida retorna à posição C (32 km). Suponha que o movimento seja retilíneo.

a) A posição do veículo em relação à origem é.....

b) O deslocamento total do veículo é .....

3) O que é velocidade média no movimento retilíneo ? Em relação à questão anterior, supondo que o veículo demorou 1/4 de hora de B até C, qual é sua velocidade média em m/s ?

4) Explique sucintamente o que se entende por velocidade instantânea.

MODELO DE AVALIAÇÃO

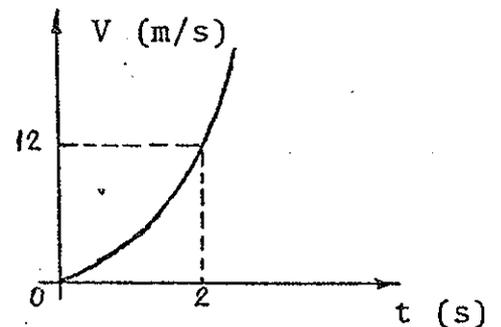
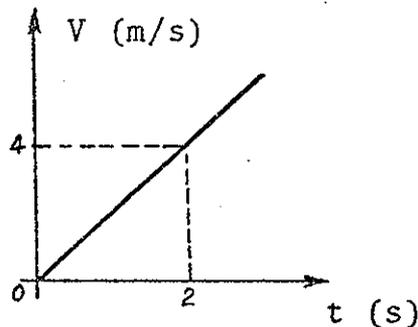
Ex.2

Teste nº..... Unidade:Cap.III - 2ª Parte - Secção 1

Colégio: .....,.....

Aluno:.....Nº.....Classe:..... Data:.....

1. Identifique a sentença correta. Indique para os demais o erro apresentado.
  - a) a variação de velocidade de um objeto é definida como sendo a velocidade inicial menos a velocidade final.
  - b) a aceleração é uma grandeza definida para especificar como a velocidade de um objeto varia em relação ao tempo.
  - c) no movimento retilíneo uniformemente variado, a aceleração varia com o tempo.
2. Um corpo desliza (atrito desprezível) segundo um plano inclinado, com aceleração de  $4,0 \text{ m/s}^2$ . Sua velocidade inicial é de  $2,0 \text{ m/s}$ . Após  $10 \text{ s}$ , qual deve ser sua velocidade ?
3. Dos gráficos abaixo, qual deles representa aceleração constante ? Determine seu valor e em seguida escreva a equação da velocidade em função do tempo.



4. Especifique o que é aceleração média e aceleração instantânea.

B I B L I O G R A F I A

- (1) FÍSICA DA LUZ - Projeto Piloto para o ensino de Física. São Paulo - UNESCO-IBECC, 1964.
- (2) PERCOMM NETTO, S. - "Tecnologia da Educação no Brasil: 1896-1970". In Anais da 1a. Conferência Nacional de Tecnologia - da Educação Aplicada ao Ensino Superior. Rio de Janeiro, - 1971, p. 251-252.
- (3) PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE - Física - I, II, III e IV partes. São Paulo - EDART - 1971. Guia do professor de física: Vols. I e II/1967; Vols. III/1968 e IV/1970 - São Paulo - FUNBEC e CECISP.
- (4) PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE - Física - Parte I. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 1963, p. 7.
- (5) COSTA, R.B. - Prefácio publicação: "Algunas Innovaciones Educativas en Física en Latinoamérica - Un Estudio de Casos" por Claudio Gonzales - Centro Latino-Americano de Física. Rio de Janeiro, 1975.
- (6) DESCARTES, R. - Discurso do Método. In Descartes - OBRA ESCOLHIDA. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1962, p. 41.
- (7) DIB, C.Z. - "Tecnologia Educacional: Significado e Fundamentação". In Atas do I Simpósio Nacional de Ensino de Física, 1970. São Paulo - Boletim nº 4, p. 129.
- (8) GAGNÉ, R.M. - "Las Bases del Aprendizaje en los Métodos de Enseñanza". In Revista de Tecnologia Educativa nº 5 - 1976, p. 32.
- (9) KELLER, F.S. - "Adeus Mestre!" Ciência e Cultura, vol. 24, nº 3, 1972, p. 216-217.
- (10) LEWIS, J.L. (ed.) - "New trends in physics teaching" - Vol. III - UNESCO. 1975. (a) p.142; (b) p.133; (c) p. 52-53.
- (11) SAAD, F.D., YAMAMURA, P. & WATANABE, K. "Projetos de ensino: histórico e perspectivas". Comunicação apresentada na 28a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Brasília, 1976.

- (12) TASSARA, E. - "Análise de sistemas de ensino". São Paulo, 1974 (mimeografado).
- (13) CHADWICK, C.B. - "Evaluación Educativa". In Tecnologia Educativa, vol II, 1a. ed. Lima: Retablo Ediciones, 1975, 1975, p. 175.
- (14) STAKE, R.E. - "The Coutenance of Educational Evaluation". In Current Research on Instruction. Ed. by R.C.Anderson, G.W.Faust, M.C.Roderick, D.J.Cunningham e T.Andre. New - Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1969, p.358.
- (15) SAAD, F.D. - "Instrução Programada". Impresso Instituto de Física - Univ. S.Paulo - 1977.
- (16) SKINNER, B.F. - Tecnologia do Ensino. São Paulo, Herder, Ed. da Universidade de São Paulo, 1972.
- (17) SAAD, F.D, YAMAMURA, P. e NASCIMENTO, I.C. - "Análise funcional do laboratório no ensino de física". Apresentado - Segunda Conferência Interamericana Sobre Enseñanza de la Física - Caracas, Venezuela - 1975.
- (18) CARVALHO, A.M.P. - O ENSINO DA FÍSICA NA GRANDE SÃO PAULO - Estudo sobre um processo de transformação. Tese de doutoramento apresentada na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1972, p. 30 e 31.
- (19) OLIVEIRA, J.B.A. - Tecnologia Educacional - Teorias da Instrução - Petrópolis. Ed. Vozes, 1973, p. 140.
- (20) LEGRAND, L. - Didática da Reforma. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973, (a) p. 146; (b) p.152.
- (21) MACKENZIE, N., ERAUT, M., JONES, H.C. - Arte de ensinar e arte de aprender. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1974,(a) p. 116; (b) p. 117
- (22) BLOOM, B.S. - "Innocence in Education". School Review, vol. 80, 1972, p.333.
- (23) SAAD, F.D. - "Ensino Individualizado - uma experiência bem sucedida". In Atas do II Simpósio Nacional de Ensino de Física. Belo Horizonte, 1974 - p.222.

- (24) GOLDEMBERG, J. - In Atas do II Simpósio Nacional de Ensino de Física. Belo Horizonte, 1974, p.242.
- (25) GOLDEMBERG, J. - "Ensino da Física pelo novo método de auto-instrução". São Paulo. "O Estado de São Paulo". Ed. - 02/02/1975, p.145.
- (26) SCHIEFELE, H. - Ensino Programado. São Paulo: Melhoramentos, 3a. ed. 1970, (a) p.30
- (27) SAAD, F.D. - "Projeto FAI". Trabalho apresentado na I Reunión Latino Americana sobre Educación de Física, org. pelo Centro Latino Americano de Física (CLAF)- Colombia, 1975.
- (28) PLATÃO - "Fedro". In Diálogos. Trad. Jorge Paleikat. Rio de Janeiro: Editora Tecnoprint S.A., p.262.
- (29) YAMAMURA, P. - "A Instrução Programada e os Multi-Meios". Trabalho mimeografado - São Paulo, 1974.
- (30) DIB, C.Z. - Tecnologia da educação e sua aplicação à aprendizagem de Física. São Paulo, Pioneira, 1974, p.200.
- (31) PFROMM NETO, S., DIB, C.Z. & ROSAMILHA, N. - O Livro na Educação. Rio de Janeiro, Primor/INL, 1974, p. 225.
- (32) WEREBE, M.J.G. - Grandezas e Misérias do Ensino no Brasil. São Paulo, Difusão Européia do Livro, 4a. ed, 1970, p. 135/136. (a); p. 150-151-152 (b).
- (33) KELLY, C. - Política da Educação. Rio de Janeiro, Reper Ed., p. 111.