

O Uso do Sistema de Instrução Personalizada (SIP) em um Curso Universitário Básico de Física Durante Sete Semestres Consecutivos*

M. A. MOREIRA

*Instituto de física**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre RS*

Recebido em 3 de Outubro de 1977

The Personalized System of Instruction (PSI) is being used for the tenth consecutive semester in an introductory College Physics Course at the Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil. This paper is a report on the use of PSI in such a course during the first seven semesters. After a brief description of PSI and the basic features of the course in which it was used, the paper focuses on conclusions drawn from the daily experience with PSI during these seven semesters. Research findings as well as advantages, disadvantages and difficulties to implement PSI, are also discussed in the following Sections. The aim of this paper is to provide elements for prospective PSI users.

O Sistema de Instrução Personalizado (SIP) está sendo usado pelo décimo semestre consecutivo em um curso introdutório de Física na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Este trabalho é um relatório sobre o uso desse sistema nesse curso durante os sete primeiros semestres. Após uma breve descrição do SIP e das características básicas do curso onde foi usado, o trabalho focaliza conclusões tiradas através da experiência diária com o SIP, bem como através de resultados de pesquisas realizadas durante esses sete semestres. Vantagens e desvantagens assim como difi-

* Uma versão resumida deste trabalho, referente apenas a quatro semestres, foi utilizada como trabalho auxiliar na conferência Internacional sobre o Ensino da Física, realizada em Edimburgo, Escócia, de 29 de Julho a 6 de Agosto de 1976.

** Av. Luiz Englert, s/n, 90.000-Porto Alegre RS

culdades encontradas para implementar o SIP são também discutidas. O objetivo do trabalho é fornecer elementos para possíveis futuros usuários do SIP.

1. INTRODUÇÃO

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul o ensino da Física em cursos introdutórios tem sido um desafio há anos. As maiores dificuldades decorrem do grande número de alunos e da grande heterogeneidade dessa população estudantil. Em alguns cursos, o número de matrículas alcança 700 estudantes.

Desde 1966, quando o número de estudantes começou a crescer enormemente, um processo de ensaio e erro foi iniciado a fim de encontrar uma solução satisfatória para o problema. Assim, por exemplo, em uma das disciplinas de Física Geral, Física II, tentou-se em 1967 e 1968 um sistema no qual aulas teóricas eram ministradas para grandes grupos (120 alunos) e aulas de exercícios ou de laboratório para grupos menores (20 alunos). Essas aulas teóricas foram eliminadas em 1969, e usou-se então um esquema no qual o mesmo professor era encarregado de ministrar teoria, exercícios e laboratório para um grupo de 50 alunos. Esse sistema foi usado também em 1970, mas para os anos seguintes nova modificação foi feita. Em 1971 e 1972, empregou-se um método de estudo dirigido em pequenos grupos (Moreira e Costa, 1971; Moreira, 1975) que fica a meio caminho entre a instrução em grupo e a individualizada. Com esse método, alcançou-se maior sucesso do que com os anteriores, mas a busca de uma melhor solução não parou aí.

A primeira experiência com o SIP foi realizada no primeiro semestre de 1973 com um grupo de 48 alunos. Depois disso, o número de alunos foi aumentado progressivamente até cerca de 300 no segundo semestre de 1974 e diminuído então até, aproximadamente, 90 alunos no primeiro semestre de 1976. O SIP é, sem dúvida, a mais bem sucedida solução até agora tentada para esse curso. Entretanto, também ele tem suas dificuldades, prin-

principalmente quando o número de estudantes é muito elevado (e.g. 300 ou mais estudantes).

Os resultados obtidos e as dificuldades encontradas com o SIP no curso de Física II serão descritos nas Seções seguintes, depois de uma breve descrição do método e do curso em si.

2. O SISTEMA DE INSTRUÇÃO PERSONALIZADA

Também conhecido como *Método de Keller*, o SIP é, atualmente, a mais difundida inovação no ensino universitário (Moreira, 1975). É uma abordagem individualizada, baseada na teoria do reforço positivo, com as seguintes características básicas (Keller, 1968):

- 1) O ritmo próprio, o qual permite ao aluno prosseguir no curso com uma velocidade compatível com a sua habilidade e a sua disponibilidade de tempo.
- 2) O requisito de perfeição em cada unidade, o qual permite ao aluno passar a novo material somente após ter demonstrado domínio sobre o conteúdo daquele que o precede.
- 3) O uso de aulas teóricas e demonstrações como veículos de motivação ao invés de fontes de informação.
- 4) A ênfase na palavra escrita, de modo que materiais escritos constituam-se na maior fonte de informação e aprendizagem.
- 5) O uso de monitores, estudantes cuidadosamente escolhidos em função do domínio demonstrado sobre o conteúdo do curso, o qual permite repetida testagem do aluno, avaliação imediata, tutela quase inevitável, e um crescimento do aspecto sócio-pessoal do processo educacional.

Um grande número de cursos baseados nessas cinco características têm sido ministrados nos últimos dez anos em, praticamente, qualquer disciplina. De um modo geral, a mecânica do curso é a seguinte:

O conteúdo do curso é dividido em unidades e para cada uma delas é elaborado um guia de estudo. Esse guia contém objetivos comportamentais, leituras sugeridas, questões de estudo, problemas sugeridos, referências

e, se necessário, um texto introdutório ou explanatório sobre o conteúdo da unidade. O guia pode também incluir sugestões sobre outras atividades de aprendizagem apropriadas para que o aluno atinja os objetivos da unidade. O aluno recebe o guia de estudo e estuda o conteúdo da unidade com o ritmo, horário e local que preferir. Monitores estão disponíveis para assistência individual durante os períodos que normalmente seriam destinados às aulas. O professor também está disponível para isso mas em menor escala, pois a razão "estudantes/professor" é geralmente alta quando comparada à razão "estudantes/monitor" que é aproximadamente 10.

Quando o estudante sente que domina o conteúdo da unidade, ele se apresenta para fazer um teste sobre esse conteúdo. Esse teste é imediatamente avaliado por um monitor na presença do aluno. Algumas vezes, a avaliação é feita pelo professor, mas geralmente ele atua indiretamente preparando folhas de respostas para os monitores e fazendo reuniões com eles para discutir os testes das diversas unidades. No teste da unidade, o aluno deve mostrar que atingiu todos os objetivos da unidade, i.e., ele deve responder corretamente todas as questões (alguns professores exigem apenas 80 a 90% de acertos). Se o aluno passa no teste, ele recebe o guia de estudo da unidade seguinte e é encorajado a prosseguir. Caso contrário, ele deve reestudar a unidade e fazer outro teste sobre os mesmos objetivos. Para ser aprovado em uma unidade, o estudante pode fazer tantos testes quantos necessários. Não existe penalidade para isso, o conceito final não dependendo disso.

Geralmente, todos os estudantes que completam todas as unidades recebem conceito A (um grande número de As é típico de cursos SIP) e outros conceitos são atribuídos em função do número de unidades completadas. Em alguns casos, existem também exames finais, mas eles não têm um peso dominante no conceito final.

Aulas teóricas podem ser ministradas durante o curso para alunos que já completaram um certo número de unidades e estão em condições de entender o assunto. Entretanto, a frequência não é obrigatória e o conteúdo das aulas não é exigido em testes. A atividade de laboratório pode ser tanto parte de uma unidade como uma unidade em si.

3. O CURSO DE FÍSICA II

a) Características gerais

Física II é um curso de um semestre para estudantes de segundo ano de Física, Química, Matemática, Geologia e Engenharia. O conteúdo do curso inclui Termodinâmica, Eletricidade e Magnetismo ao nível do texto "Física" de D. Halliday e R. Resnick. As aulas são dadas em três períodos semanais de duas horas cada um, durante 16 semanas. Não existe horário especial para laboratório; experiências de laboratório devem ser feitas dentro das seis horas semanais disponíveis para o curso. O número de estudantes varia entre 250 e 500, a maioria dos quais fazendo simultaneamente quatro ou cinco cursos em outras disciplinas, todos com ensino tradicional. Como pré-requisito, os estudantes devem ter cursado Física I (Mecânica) e Cálculo I (Derivadas e Integrais).

b) Organização do curso sob forma tradicional

A população estudantil é dividida em grupos de aproximadamente 50 alunos para qualquer tipo de aula. Um mesmo professor é encarregado de todas as aulas de um desses grupos. Aulas de laboratório são dadas simultaneamente para todo o grupo (dividido em pequenos grupos); poucas dessas aulas são dadas durante o semestre, praticamente todas as aulas sendo teóricas ou de exercícios. Um número reduzido de monitores proporciona alguma ajuda aos professores durante as aulas de laboratório. Esses monitores dão também alguma assistência individual aos alunos fora de aula e fazem algumas tarefas administrativas do curso.

A avaliação é feita através de seis verificações parciais que são as mesmas para todos os grupos. O grau final é a média dos grupos obtidos em cada verificação. A coordenação geral do curso é feita por um professor que está também encarregado de pelo menos um grupo de 50 alunos.

c) Organização do curso no formato SIP

O conteúdo do curso está presentemente dividido em 20 unidades incluindo 4 de laboratório. O livro texto é o mesmo já mencionado e todos os guias

de estudo (exceto os das unidades de laboratório) são preparados para serem usados com esse texto. Os guias de laboratório são preparados na forma de instrução programada.

As melhores instalações disponíveis para instrução individualizada e interação pessoal são duas salas adjacentes destinadas, em princípio, a aulas de laboratório. Essas salas são suficientemente versáteis para que todas as atividades do curso possam nelas ser desenvolvidas e têm a vantagem de que todo o material do curso e o equipamento de laboratório estão à mão.

Cada grupo de 40 a 50 estudantes dispõe de três períodos de duas horas semanais, durante os quais os monitores e o professor estão disponíveis para testagem, laboratório e assistência individual. As atividades programadas para o estudante são, basicamente, leituras, questões, solução de problemas e laboratório. Os testes de cada unidade incluem 5 ou 6 questões do tipo discursivo (i.e., não de escolha múltipla). Para cada unidade existe um conjunto de 5 testes equivalentes baseados nos objetivos da mesma. Na correção dos testes, que é feita pelos monitores e, algumas vezes, pelo professor, exige-se completo domínio do conteúdo. Nas unidades de laboratório, a avaliação é feita através da apresentação e discussão dos resultados obtidos.

Em média, uma razão de um professor e quatro monitores é usada para cada grupo de 50 estudantes; além dos professores e dos monitores, existe também um coordenador geral. Os monitores geralmente são pagos na base de Cr\$ 600,00 por mês por 12 horas de trabalhos semanais. Alguns monitores, no entanto, trabalham voluntariamente.

Não são dados conceitos I (incompleto), e para ser aprovado o aluno deve completar pelo menos as 15 primeiras unidades até o final do semestre. Aqueles que completam todas as 20 unidades recebem conceito A e os que completam entre 15 e 19 unidades devem fazer um exame final sobre o conteúdo das unidades restantes. Nesse caso, o conceito final é função do número de unidades completadas e do resultado do exame.

4. EVOLUÇÃO DO USO DO SIP NO CURSO DE FÍSICA II

O SIP foi empregado, pela primeira vez, no primeiro semestre de 1973 com um grupo de 48 alunos. (Esta primeira experiência foi uma decorrência do "CLAF-UNESCO Keller Plan Workshop" realizado em Brasília em Fevereiro de 1973). O número de unidades era 17, incluindo 4 de laboratório; um professor e quatro monitores participaram dessa experiência. Como os resultados foram altamente *satisfatórios*, no segundo semestre desse ano o número de estudantes foi bastante aumentado. Para o primeiro semestre de 1974, o material usado nos semestres anteriores foi inteiramente revisado e o número de unidades aumentado para 21, incluindo 5 de laboratório. Uma nova revisão foi feita para 1975/76 e o número de unidades reduzido para 20, que parece ser um número ótimo para esse curso.

A Tabela 1 apresenta dados relativos ao número de alunos, monitores e professores, em cada semestre. Nessa tabela pode-se ver que, após a primeira experiência, o número de alunos aumentou progressivamente até atingir um pico no segundo semestre de 1974. Depois disso, esse número foi diminuído até atingir o nível das primeiras experiências com o SIP. Esta variação no número de estudantes será discutida numa das seções seguintes.

Tabela 1. Número de alunos, monitores e professores nas turmas SIP do curso de Física II.

Semestre	Número de alunos	Número de monitores	Número de professores
1º de 1973	48	4	1
2º de 1973	122	12	3
1º de 1974	219	17	5
2º de 1974	297	26	5
1º de 1975	204	22	5
2º de 1975	121	12	4
1º de 1976	93	9	

Pode-se também inferir dessa Tabela que as razões "10 a 12 alunos/moni-

tor" e "40 a 50 alunos/professor" foram mantidas em quase todos os semestres.

A Tabela 2 apresenta dados relativos aos índices de aprovações, reprovações e desistências. Desistência significa que o estudante abandonou o curso. Isso geralmente ocorre nas primeiras semanas após o aluno ter completado apenas um reduzido número de unidades. Reprovação significa que o aluno não desistiu mas também não completou o mínimo de 15 unidades ou completou apenas esse mínimo e saiu-se mal no exame. Aprovação significa que o estudante completou todas as unidades ou um número entre 15 e 19 unidades e saiu-se satisfatoriamente no exame.

Tabela 2. Índices gerais obtidos durante os sete semestres

Semestre	Número de alunos	Índice de aprovações	Índice de reprovações	Índice de desistências
1º de 1973	48	75%	-	25%
2º de 1973	122	71%	4%	25%
1º de 1974	219	74%	6%	20%
2º de 1974	297	70%	3%	27%
1º de 1975	204	80%	3%	17%
2º de 1975	121	57%	8%	35%
1º de 1976	93	77%	1%	22%

Os três índices apresentados na Tabela 2 são bastante similares de um semestre para outro (mais adiante será discutida a discrepância ocorrida em 1975). Por outro lado, eles são bastante diferentes dos índices correspondentes dos grupos tradicionais: para esses, o índice de aprovação era geralmente em torno de 60%, o índice de reprovações entre 25 e 30% e o índice de desistências de 10 a 15%. (Para ser rigoroso, a significância estatística dessas diferenças deveria ser testada, mas isso está fora do escopo deste trabalho.)

5. SUMÁRIO DE IMPORTANTES CONCLUSÕES OBTIDAS POR CONSTATAÇÕES FEITAS DURANTE OS SETE SEMESTRES

As conclusões abaixo não devem ser interpretadas como resultados de pesquisas. Elas foram tiradas através de observações e da experiência diária com o SIP durante todo esse tempo:

1) Os estudantes gostam do SIP, dizem que estudam mais e têm a impressão de que aprendem mais do que em cursos tradicionais. Eles gostariam de fazer outro curso no mesmo sistema e recomendariam um curso desse tipo aos seus colegas; entretanto, eles não gostariam de fazer mais de dois cursos SIP ao mesmo tempo. Tais opiniões, obtidas através de questionários de fim de curso, bem como em conversas informais com os estudantes, concordam com aquelas relatadas em muitos outros cursos onde o SIP foi utilizado.

2) O índice de desistências é bastante elevado (geralmente mais do que 20%) porém apenas uma pequena percentagem dos que não desistem é reprovada no fim do curso. Além disso, a grande maioria das desistências ocorre durante as primeiras semanas do semestre. Parece que o SIP permite ao estudante estimar suas probabilidades de sucesso bem no começo do curso.

3) O índice de aprovação é maior do que o do mesmo curso ministrado de forma convencional. Com o SIP, esse índice foi geralmente maior do que 70% enquanto que com o método tradicional ficou em torno de 60%.

4) Incluir unidades de laboratório (ou seja, usar experiências de laboratório como unidades inteiras, não apenas como atividades de certas unidades) na programação do curso é uma boa medida, pois assim os estudantes sentem-se mais motivados para o laboratório (em Física II, a maioria deles não são estudantes de Física). As razões são que dessa forma as experiências de laboratório ficam perfeitamente inseridas no contexto do curso e as unidades de laboratório são mais fáceis e agradáveis de serem feitas.

5) Professores acham o SIP mais compensador do que os cursos convencionais. A interação pessoal é muito forte e parece contribuir efetivamente para um alto nível de satisfação por parte de alunos, monitores e professores.

6) A preparação de materiais para o curso consome um tempo muito maior do que em cursos convencionais. Considerando que o SIP põe forte ênfase em

materiais escritos, eles devem ser cuidadosamente preparados pois o sucesso do curso depende bastante deles. Além dos guias de estudo e dos testes, também devem ser preparadas folhas de instruções para alunos e monitores, folhas de respostas para monitores, gráficos, fichas e textos complementares. E ainda mais: esses materiais devem ser revisados periodicamente.

7) Para poder dar a devida assistência individual e encorajar a interação pessoal, um professor e quatro monitores devem ser designados para cada grupo de 40 a 50 estudantes. Durante os períodos disponíveis para assistência individual e realização de testes, o professor deve estar presente sempre que possível, i.e., não é recomendável que o professor apareça só de vez em quando para ver como vão as coisas. O professor tem que participar. Consequentemente, o SIP, ao invés de levar a uma economia em termos de corpo docente, pode levar a maiores despesas se os monitores forem remunerados.

8) A medida que o número de estudantes cresce, o sistema torna-se mais difícil de ser manejado. Consequentemente, muitas normas devem ser impostas, mas essas normas distorcem, pelo menos em parte, algumas características básicas do SIP como o ritmo próprio, a maestria e o reforço positivo. A interação pessoal é também prejudicada quando o número de alunos é demasiadamente grande.

6. RESULTADOS DE PESQUISAS

A fim de investigar alguns aspectos do SIP e de compará-lo com a instrução em grupo, algumas pesquisas foram feitas e outras estão ainda em andamento:

1) Durante o segundo semestre de 1973, dois grupos de alunos foram selecionados através de um processo de pareamento. Um desses grupos fez o curso sob o formato SIP e o outro sob o formato tradicional de instrução em grupo. Foi então feita uma comparação entre os mesmos através de três testes de conhecimento (Termodinâmica, Eletricidade, Eletromagnetismo). Os resultados indicaram um desempenho melhor ou igual para o grupo SIP (Dionísio e Moreira, 1975; Dionísio, 1976). Observou-se, no entanto, que a diferença entre os escores diminuiu do primeiro para o terceiro teste.

Na verdade, no terceiro teste a diferença não foi estatisticamente significativa ao nível 0,05.

Uma vez descartadas as hipóteses de que o efeito de mortalidade ou a regressão estatística tivessem sido responsáveis pelo decréscimo da diferença entre os escores, as seguintes hipóteses foram formuladas: a) efeito dos instrumentos de medida, i.e., testes de validade e fidedignidade discutíveis; b) a pressão de fim de semestre, causada pelos outros cursos que os estudantes estivessem fazendo, teria provocado um fraco desempenho em ambos os grupos, especialmente no terceiro teste; c) a sequência do conteúdo era praticamente a mesma para ambos os grupos e sem nenhuma referência explícita à estrutura cognitiva do aluno; conseqüentemente, à medida que o conteúdo do curso foi se tornando mais difícil, fatores tais como motivação e estudo dirigido não mais foram suficientes para dar vantagem ao grupo do SIP.

2) Para essas mesmas amostras foi comparado também o índice de desistências. Nessa oportunidade, a diferença não foi estatisticamente significativa ao nível 0,05.

3) No começo e no fim do primeiro semestre de 1974, um teste de retenção foi aplicado a esses mesmos grupos. Em ambos os casos, a diferença não foi significativa ao nível 0,05 (Moreira e Dionísio, 1975; Dionísio, 1976). Este resultado foi interpretado em termos da teoria de aprendizagem de David Ausubel (Ausubel, 1968): os materiais preparados para ambos os grupos abordaram o conteúdo na mesma sequência e sem referência à estrutura cognitiva; conseqüentemente, seria de se esperar que não houvesse diferença em termos de aprendizagem.

4) O comportamento do estudante no próximo curso de Física (Física III) após ter feito Física II sob o formato SIP foi também objeto de pesquisa. Em um estudo feito no curso de Física III (Buchweitz, 1975), no qual também se está usando o SIP, comparou-se um grupo de alunos que fez Física II sob o SIP com outro grupo que fez o mesmo curso sob o formato tradicional. A conclusão desse estudo foi de que não existiu diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos, no que diz respeito a conhecimento adquirido e número de testes feitos por unidade. Existiu, todavia uma diferença significativa em termos do tempo necessário para completar todas as unidades: o tempo gasto pelo grupo de controle foi significativamente maior do que o tempo dispendido pelo grupo que já havia fei-

to um curso SIP. Este resultado sugere uma influência de um curso SIP sobre o desempenho do aluno num segundo curso desse tipo. Por outro lado, a não existência de diferença significativa em termos de conhecimento adquirido parece apoiar a conclusão tirada na experiência sobre retenção descrita acima.

5) Um outro estudo investigou o efeito da inclusão de recursos audio-visuais na programação individualizada (Levandowski, 1975). As atividades programadas para uma das turmas SIP do curso de Física II, em 1975, incluiu o uso de um Centro de Aprendizagem onde fitas de som, diapositivos e filmes de 8 mm estavam à disposição dos alunos em cabines individuais para serem utilizados juntamente com um guia de estudo. Essa abordagem é, na verdade, uma associação entre o SIP e o Método Audio-Tutorial (Moreira, 1975). Um grupo de estudantes que não utilizou o Centro de Aprendizagem foi usado como controle. Duas diferenças estatisticamente significativas foram encontradas nesse estudo: o número de desistências e o número de alunos que preferiam que o curso incluísse algumas aulas teóricas foram menores no grupo experimental. Esses resultados sugerem que uma maior diversificação nas atividades programadas para o curso, i.e., não usar somente leituras, aumente sua auto-suficiência.

7. DIFICULDADES ENCONTRADAS PARA AUMENTAR PROGRESSIVAMENTE O NÚMERO DE ESTUDANTES DESDE O PRIMEIRO ATÉ O QUARTO SEMESTRE

1. Monitores

Considerando-se que o SIP depende fortemente de uma adequada razão estudantes/monitor, à medida que o número de estudantes aumenta, o número de monitores deve aumentar proporcionalmente. A experiência mostrou que, dadas as circunstâncias, uma razão de 10 a 12 alunos por monitor é a mais adequada. Quando essa proporção não foi mantida (Tabela 1, primeiro semestre de 1974), algumas dificuldades surgiram porque o professor teve também que atuar como monitor e com isso deixou de desempenhar outras funções importantes.

A necessidade de um grande número de monitores, no entanto, gerou dificuldades na obtenção de recursos financeiros para pagar esses monitores, para selecioná-los e treiná-los, para acertar horários e organizar reu-

niões, etc. Quando o SIP foi usado pela primeira vez, os monitores tinham bolsas de estudo, mas posteriormente foi impossível conseguir essas bolsas para todos os monitores de que se necessitava. Esse problema foi amenizado pelo uso de monitores voluntários, i.e., sem bolsa, mas esses não foram tão responsáveis quanto os que tinham bolsa. A seleção de monitores foi também um problema porque o critério de escolhê-los com base no seu desempenho quando fizeram o curso não foi o melhor. A maior parte do sucesso de um monitor depende de sua habilidade em interagir com os alunos e esta qualidade é difícil de ser avaliada no processo de seleção. O treinamento dos monitores foi outro problema: por razões administrativas era quase impossível, no primeiro semestre de cada ano, selecionar os monitores antes do início das aulas; conseqüentemente, o treinamento era feito durante as primeiras semanas de aula quando os monitores já estavam exercendo suas funções e isso, obviamente, causou problemas. Acertar horários foi também uma dificuldade pois se tornou muito difícil conjugar os horários de monitoria com os dos cursos que os monitores estavam fazendo. Além disso, tornou-se impossível marcar uma reunião com todos os monitores em horário normal de trabalho.

2. Professores

Obviamente, para aumentar o número de alunos foi também necessário aumentar o número de professores. Entretanto, esse problema não foi difícil de resolver. Independentemente do tipo de ensino adotado, o Departamento de Física designa um professor para cada grupo de 50 alunos matriculados nos cursos básicos. Além disso, observou-se que com o SIP é possível usar-se uma razão de até 100 alunos por professor desde que a razão alunos por monitor não seja maior do que 10. É verdade, porém, que nesse caso a interação professor-aluno diminui, e que a razão 100 alunos por professor parece ser um limite superior.

3. Instalações

Quando se usou o SIP pela primeira vez, todas as atividades do curso tinham lugar em uma única sala, um laboratório com mesas móveis. O número médio de estudantes, usando essa sala ao mesmo tempo era 25 e eles podiam trabalhar sem perturbar uns aos outros. Nos semestres seguintes, no en-

tanto, algumas vezes tornou-se necessário colocar 100 estudantes no mesmo horário. Conseqüentemente, pelo menos duas salas foram necessárias, uma para ser usada como sala de estudo e consulta e outra para laboratório e testes. A melhor solução talvez tivesse sido a de usar três salas a fim de poder separar também as atividades de laboratório e testagem. O problema, porém, era que essas salas deveriam ser contíguas e adequadas para ensino individualizado e tais salas não existiam. Laboratórios com mesas móveis foi a melhor solução encontrada, mas esses laboratórios eram também usados por vários outros cursos e tornou-se muito difícil conseguir dois deles exclusivamente para as turmas do SÍP. Salas de aula comuns, com cadeiras e mesas simetricamente distribuídas em filas e colunas, parecem ser inadequadas para instrução individualizada e interação pessoal.

4. Normas de controle

Com centenas de estudantes, a "cola" tornou-se um problema. Várias tentativas de fraude durante os testes foram descobertas e várias outras devem ter passado despercebidas. Considerando-se que o SÍP é um sistema essencialmente não punitivo, ao invés de punir severamente as tentativas de "cola" foram tomadas medidas a fim de evitá-las. Assim, professores e monitores ao invés de se preocuparem somente com as condições de aprendizagem tinham também que dificultar a "cola".

A testagem foi também uma dificuldade. Com um grande número de estudantes, tornou-se necessário estabelecer intervalos de tempo bem definidos para iniciar e terminar testes. Os testes deveriam ser solicitados durante os primeiros 15 minutos e entregues pelo menos 15 minutos antes do final de cada um dos três períodos de duas horas semanais. Foi também extremamente difícil oferecer qualquer oportunidade extra aos estudantes para testes ou assistência individual. As oportunidades para interagir com professores e monitores tiveram que ser restringidas unicamente a esses três períodos.

5. Avaliação

O crescente número de estudantes causou grande problemas ao processo de

avaliação. Com tantos monitores, diferentes critérios de avaliação apareceram, apesar de que cada um deles ter recebido a mesma folha de respostas. Era mais fácil "passar" com alguns monitores do que com outros mas, de um modo geral, a avaliação tornou-se cada vez mais rigorosa. Desde a introdução do SIP nesse curso, alguns alunos usavam a técnica de procurar saber o tipo de questões do teste antes de se apresentar para fazê-los. Não havia no começo maior preocupação com isso pois, afinal, os alunos estavam estudando e, em princípio, aprendendo. Entretanto, à medida que o número de estudantes aumentou, começaram a surgir casos de respostas memorizadas e isso acabou por tornar-se muito frequente. Em consequência, foi necessário alertar os monitores a respeito de respostas memorizadas. Além disso, em virtude das tentativas de "cola", os monitores foram também instruídos a usarem a avaliação como um meio de detectá-la. Como resultado, a avaliação passou a ser muito rigorosa e, às vezes, um reforço negativo ao invés de positivo.

6. Programação

Apesar das frequentes revisões, a programação do curso não foi tão boa quanto deveria ter sido. A sua linearidade falhou em atentar às diferenças individuais. Quando o número de estudantes era pequeno, as deficiências da programação eram facilmente contornadas através de discussões com o professor e os monitores. Porém, a fim de poder ser usada com um grande número de alunos, a programação deveria pelo menos tentar levar em conta as diferenças individuais, i.e., ela deveria ser não-linear e incluir diferentes atividades. A construção de um Centro de Aprendizagem foi um passo nessa direção, mas esse centro não era suficientemente grande para que pudesse ser usado por todos os alunos. Os materiais escritos foram preparados para serem usados individualmente, sem levar em conta as diferenças individuais e a estrutura cognitiva do aluno. Esse fato pode ter contribuído para o grande número de desistências. Pode também ser usado como explicação para o resultado da experiência sobre retenção, referida na Seção 6-3, i.e., a não existência de diferença significativa entre o SIP e método convencional em termos de retenção do conhecimento adquirido pelo aluno.

7. Conceitos I

À medida que o número de desistências diminuiu, aumentou o número de reprovações (cf. tabela 2 até o 1º/74), i.e., muitos estudantes não desistiram mas também não satisfizeram os requisitos mínimos para aprovação. Normalmente, esses estudantes deveriam receber um conceito I (incompleto), o que lhes permitiriam de concluir o curso no semestre seguinte. Todavia, conceitos I não são permitidos pela Universidade, de modo que esses alunos recebiam então um conceito de reprovação e tinham que repetir todas as unidades no semestre seguinte. Observou-se, no entanto, que esses alunos repetiam facilmente as unidades que haviam completado no semestre anterior. Em consequência dessa observação, no segundo semestre de 1974 aos estudantes que haviam sido reprovados no semestre anterior foi permitido que recomeçassem o curso praticamente na mesma unidade em que haviam parado naquele semestre. Com essa medida, esperava-se que esses estudantes fossem os primeiros a terminar o curso, pois tinham já várias unidades de vantagem sobre os outros. Tal expectativa, porém, não foi confirmada, principalmente porque a maioria desses estudantes não recomeçou o curso imediatamente como se esperava. Alguns deles recomeçaram o curso somente um ou dois meses após o início das aulas. Acreditava-se também que o número de desistências fosse decrescer mais ainda e fosse aumentar o número de reprovações pois, mesmo que os estudantes vissem que não seria possível completar o número mínimo de unidades, eles completariam tantas quanto possível a fim de aproveitá-las no semestre seguinte. Também não foi o caso. Na verdade, nesse semestre (2º/74), o número de desistências foi o mais alto e o índice de reprovações o mais baixo até essa época. Essas concorrências não esperadas parecem, no entanto, estar mais relacionadas com as dificuldades em manejar um número tão grande de alunos, como foi discutido anteriormente, do que com a política adotada em relação ao conceito I em si.

8. RAZÕES PARA DIMINUIR PROGRESSIVAMENTE O NÚMERO DE ESTUDANTES APÓS O QUARTO SEMESTRE

Como se pode ver na Tabela 1, o número de estudantes nas turmas SIP, do curso de Física 11, atingiu um pico no quarto semestre e após isso come-

çou a decrescer. Atualmente, esse número está ao mesmo nível das primeiras experiências com o SIP em 1973. Existem algumas explicações para esse decréscimo.

Em primeiro lugar, depois de terem sido enfrentadas todas as dificuldades já descritas, muito se aprendeu acerca de como manejar cursos SIP com grande número de alunos. Em consequência, para o primeiro semestre de 1975 havia duas alternativas: 1) Procurar maior apoio por parte da administração a fim de evitar dificuldades com instalações, pagamento de monitores, serviço de secretaria, laboratoristas, etc. (Nesse caso o número de estudantes poderia ser mantido ao mesmo nível de 1974 ou até mesmo ser levemente aumentado). 2) Reduzir o número de alunos mantendo o mesmo número de professores e monitores e tentar evitar alguns problemas reorganizando e modificando alguns aspectos do curso,

Como a primeira alternativa não pareceu atraente à administração (apesar dos bons resultados já obtidos com SIP), a segunda foi obviamente escolhida: o número de alunos deveria ser reduzido (aproximadamente a 70% do semestre anterior), o número de professores deveria ser mantido e o número de monitores levemente diminuído. As razões estudantes/monitor e estudantes/professor deveriam, portanto, ser inferiores as de semestres passados. Além disso, as atividades de testagem e laboratório deveriam, de fato, ser separadas das outras atividades do curso, isto é, uma sala deveria ser usada somente para testes e laboratório e outra só como sala de estudo (até então isso não havia sido feito da forma sistemática). Com essas modificações esperava-se que o curso se desenvolvesse melhor do que o anterior. Entretanto, já no começo do semestre surgiu o primeiro problema: o número de bolsas concedidas para monitores foi muito inferior do que o solicitado. Como solução, lançou-se mão de vários monitores voluntários. Outro problema ocorreu com as salas: a fim de fazer a separação de atividades que haviam sido planejadas, foi necessário colocar 100 alunos no mesmo horário.

Essas soluções não funcionaram. Os monitores voluntários não desempenharam suas funções como deveriam. Eles não reestudaram o conteúdo do curso, avaliaram os testes sem muita atenção e pareciam evitar os alunos na sala de estudo. Quanto às salas, foi muito difícil atender 100 alunos no

mesmo horário apesar da disponibilidade de dois professores e 10 monitores. Era muita gente trabalhando ao mesmo tempo nessas duas salas. Além dessas dificuldades, os testes das unidades preparados para esse semestre (1º/75) eram muito curtos e não avaliavam todos os objetivos. Isso, mais a avaliação descuidada feita pelos monitores, gerou entre os professores a impressão de que os testes deveriam ser inteiramente revisados para o próximo semestre e que a avaliação deveria ser mais rigorosa. (Incidentalmente ou não, o Índice de aprovação foi o mais alto e o Índice de desistências o mais baixo de todos os sete semestres.)

Esse semestre foi certamente a mais frustradora experiência com o SIP. Apesar dos "bons Índices" havia a sensação de que o curso tinha sido ruim e que esses índices eram apenas uma consequência da "facilidade" do curso. (Incidentalmente ou não, nessa época a administração começou a reclamar do grande número de As, da "facilidade" do SIP e assim por diante.)

Em decorrência disso, muitas modificações foram feitas para o segundo semestre de 1975. Não mais foram usados monitores voluntários; o número de alunos foi reduzido ainda mais; o número de alunos no mesmo horário foi também reduzido; os materiais escritos foram totalmente revisados, especialmente os testes. Além disso, foi adotado uma "linha dura" na avaliação dos testes. Os monitores foram instruídos para serem rigorosos, os testes corrigidos pelos monitores eram conferidos pelos professores, etc. (Nesse semestre a razão estudantes por professor foi maior do que em outros, mas isso não havia sido planejado).

O curso ocorreu sem maiores problemas durante esse semestre, mas é provável que a "linha dura" adotada tenha sido responsável pelos mais altos índices de desistências (35%) e reprovações (8%) já obtidos e também pelo mais baixo Índice de aprovações (57%), este inferior mesmo ao Índice correspondente das turmas tradicionais de Física II.

De um modo geral, 1975 foi um "mau ano" para o SIP nesse curso. Muitas razões já foram discutidas mas talvez exista uma razão mais geral: falta de liderança. Durante esse ano, o autor deste trabalho, que estava coordenando os cursos SIP desde a primeira experiência, estava de licença e um de seus colegas que tinha também larga experiência com o SIP não foi

encarregado de nenhuma turma SIP no primeiro semestre. Na verdade, esse parece ser um problema geral com inovações desse tipo. Ou seja, quando os principais inovadores não estão "em serviço" é provável que surjam problemas. Aparentemente, o sucesso de uma inovação como o SIP depende largamente do trabalho, entusiasmo e experiência dos inovadores. Este é certamente um ponto a considerar na implementação de um novo sistema como o SIP: haverá alguém disposto a dedicar tempo e esforço para fazer funcionar o sistema tanto tempo quanto necessário até que ele entre em regime estacionário?

No primeiro semestre de 1976, planejou-se usar o SIP com apenas 100 alunos (divididos em dois grupos de 50, em horários diferentes), 10 monitores e 2 professores. Na prática, 93 alunos se matricularam nas turmas SIP, tudo funcionou dentro do esperado e os resultados seguiram a tendência dos quatro primeiros semestres (ver Tabela 2). Além disso, uma nova sequência de unidades baseada na teoria de aprendizagem de David Ausubel (1968), foi testada em um desses grupos com resultados bastante significativos em termos de aprendizagem de conceitos (Moreira, 1977). Desde o segundo semestre de 1976, foi mantido esse mesmo número de alunos, monitores e professores. Parece que esses são os números que, dadas as condições de contorno existentes, podem ser manejados sem maiores dificuldades.

9. DUAS QUESTÕES E ALGUNS COMENTÁRIOS

Nesta Seção, queremos discutir alguns pontos relevantes que não foram destacados nas Seções anteriores e dar algumas sugestões a possíveis usuários do SIP.

1. A questão custo-eficiência

Considerando-se que cursos SIP são geralmente uma fração muito pequena do número total de cursos que levam a um diploma universitário, qualquer possível efeito do SIP na formação de indivíduos é quase que completamente ofuscado pelo grande número de cursos tradicionais por eles feitos. Nesse caso, uma "análise de custo-benefício" não faz sentido e a ques-

tão do custo do SIP tem que ser encarada somente sob o ponto de vista de "custo-eficiência".

Em nosso caso, os "custos diretos" do SIP foram maiores do que os do método convencional pois os monitores foram remunerados e uma maior quantidade de trabalho de secretaria e de materiais impressos foram utilizados. Os "custos de oportunidade" também foram maiores: o custo de oportunidade incorrido pelo professor foi maior porque ele trabalhou mais pelo mesmo salário; o custo de oportunidade para o estudante foi maior porque ele dedicou mais tempo do que em cursos tradicionais; para a sociedade esse custo foi também maior pois o número de desistências foi maior do que em cursos convencionais. Portanto, os custos do SIP foram maiores. Examinemos agora a eficiência: considerando-se a aquisição e a retenção de conhecimento como medidas da eficiência, podemos dizer que o SIP apresentou uma razão "custo/eficiência" menor do que o método tradicional. Mesmo considerando o Índice de aprovações como uma medida da eficiência, o SIP foi geralmente menos "custo/eficiente", apesar de apresentar Índices mais elevados.

Consequentemente, analisando-se o SIP em termos de produtos facilmente quantificáveis tais como aquisição e retenção de conhecimento e número de estudantes aprovados, poderíamos concluir que o SIP é menos "custo/eficiente" do que o método convencional. Mas, que tal considerarmos produtos não-quantificáveis como, por exemplo, melhor atitude dos estudantes em relação ao curso e à disciplina, a satisfação do professor, a interação pessoal, e assim por diante? Bem, esta talvez seja razão básica pela qual o SIP não tenha sido ainda extensivamente escrutinado sob o ponto de vista econômico. Quando se fala em produtos quantificáveis, o SIP acaba sendo pouco "custo/eficiente", e quando se considera produtos não quantificáveis as razões "custo/eficiência" não podem ser calculadas ou carecem de maior significado..

Então, como melhorar as razões custo/eficiência do SIP em termos de produtos quantificáveis? Obviamente, poderá existir redução nos custos após a primeira experiência. Por exemplo, o professor poderá dispender menos tempo preparando materiais, a taxa de desistências poderá ser diminuída, a quantidade de material impresso poderá ser melhor estimada, etc. En-

tretanto, não acreditamos que isso seja suficiente para tornar o SIP mais custo/eficiente do que métodos tradicionais.

Existem também outras maneiras de reduzir os custos do SIP como, por exemplo, "espichar" as razões estudantes/professor e, ou, estudantes/monitor. Acreditamos, no entanto, que onde quer que essas soluções tenham sido usadas para reduzir custos, o resultado foi ou um desastre pedagógico ou uma completa distorção das características básicas do SIP. Pode-se, por exemplo, conseguir redução de custos desenfaticando-se a interação pessoal pela mecanização do sistema através dos testes de múltipla escolha gerados por computador, reduzindo-se o processo de avaliação a uma mera contagem de respostas certas, etc. Essa solução pode ser atraente sob o ponto de vista da razão custo/eficiência, mas implica em se abrir mão de uma das mais importantes características do SIP em nossa opinião, qual seja, a interação pessoal entre alunos, monitores e professores.

Outra possibilidade para reduzir custos é a de pagar os monitores com créditos ao invés de dinheiro. Vários professores já relataram resultados satisfatórios com esse sistema. Como no nosso caso não foi possível dar créditos pelo trabalho de monitoria, usamos (especialmente no primeiro semestre de 1975) vários monitores que não eram pagos nem em dinheiro nem em créditos. De acordo com nossa experiência, isso não funciona em larga escala. Ou seja, acreditamos que seja perfeitamente possível ministrar-se um curso SIP para 20 ou 30 alunos utilizando-se monitores voluntários, mas cremos que isso não funcione para um curso de, digamos, 300 alunos.

Poder-se-ia também argumentar que aumentando-se o número de estudantes (para aumentar a "produção"), o custo por estudante seria reduzido. Não cremos, no entanto, que esse seja uma consequência obrigatória a menos que o SIP seja mecanizado e transformado em uma "máquina de atribuir conceitos". Ao contrário, aumentar o número de estudantes traz tantos problemas (e.g., monitores, professores, instalações, etc.) que o custo provavelmente aumenta ou, pelo menos, não diminui. Acreditamos que, proporções tais como, um professor para cada grupo de 40 a 50 estudantes e um monitor para cada grupo de 10 a 12 estudantes, devam ser mantidas quando o SIP é usado em larga escala. Além disso, materiais impressos, serviços de secretaria e instalações devem ser providos em níveis compatíveis com o aumento do número de estudantes.

Sumarizando, não vemos possibilidade de uma significativa melhoria das razões custo/eficiência do SIP por redução dos custos diretos. Na verdade, acreditamos firmemente que é um erro utilizar-se o SIP com a finalidade específica de reduzir os custos educacionais diretos.

Por outro lado, acreditamos também que seja possível fazer melhorar as razões custo/eficiência melhorando os produtos. Achamos também que o SIP tem uma grande potencialidade para aumentar os níveis de conhecimento adquirido e de retenção dos alunos, e de aprovar praticamente todos os alunos do curso (portanto, provocando uma redução no custo de oportunidade da sociedade) nesses níveis. Entretanto, isso implica em olhar para o que está acontecendo dentro da "caixa-preta" do modelo "insumo-produto" e fazer os necessários ajustes. (Tanto a análise de custo-benefício como a de custo-eficiência são em grande parte modelos "caixa-preta" que estabelecem relações entre insumos e produtos sem considerar o que acontece dentro da "caixa".) No SIP, por exemplo, considerando que os estudantes podem trabalhar com ritmo próprio, dizem que estudam mais, têm assistência individual quando necessária, podem repetir testes e assim por diante, pode-se dizer que esse sistema tem grande potencialidade para promover aprendizagem e moldar-se às diferenças individuais. Porém, quando se vê uma taxa relativamente alta de desistências e um nível de aprendizagem igual ou apenas um pouco melhor do que nos métodos tradicionais, é de se suspeitar que alguma coisa esteja errada no "processo de produção".

Examinando-se esse processo poder-se-ia detectar mau uso de técnicas de mudança de comportamento, materiais instrucionais inadequados, falta de ênfase na estrutura conceitual da matéria de ensino, objetivos mal definidos, etc. Acreditamos que é fazendo esse exame crítico e os necessários ajustes e modificações que as razões de custo-eficiência, para produtos facilmente quantificáveis do SIP, poderão ser significativamente melhoradas. Permanece, no entanto, a dificuldade de se quantificar e levar em conta outros possíveis produtos que possam advir do SIP.

2. *A questão de aprendizagem*

Tal como foi explicado no começo deste trabalho, o conteúdo em um curso SIP é dividido em unidades e para cada uma delas é elaborado um guia de

estudo. Esse guia de **estudo** inclui **uma** definição detalhada de objetivos comportamentais que serve de base **às** questões dos testes. Um objetivo claramente formulado especifica exatamente o que o aluno deverá ser capaz de fazer ao completar a unidade e **uma** questão do teste deve pedir que o aluno exiba esse comportamento. O passo intermediário entre os objetivos e as questões do teste **é** um procedimento sugerido, no qual atividades que provavelmente levarão o estudante a exibir os comportamentos desejados são cuidadosamente selecionados e a ele propostas. Essa **sequência** de passos (objetivos, procedimento, questões do teste) mais o estímulo positivo que deve ser dado ao estudante logo **após** a exibição do comportamento esperado, formam a base do SIP. O estímulo geralmente **consiste** em "poder passar para a **próxima** unidade" e algumas palavras encorajadoras de parte do professor. Depois de ter sido reforçado positivamente, o que se espera do estudante **é** que ele estude a próxima unidade, **i.e.**, responda **à** nova situação, exiba os novos comportamentos a fim de ser outra vez estimulado e assim por diante. Ora, isso **é**, claramente, **uma** técnica de condicionamento e a pergunta que se coloca **é** a seguinte.

Usando-se essa técnica, **estamos** promovendo aprendizagem ou meramente condicionando os estudantes? Esta **é** **uma** questão polêmica que não vamos responder. Queremos apenas propor a questão, pois julgamos que quem faz uso do SIP deve estar pelo menos ciente de que esse sistema **está** baseado em técnicas de condicionamento e alguém pode argumentar que os estudantes não estão aprendendo e sim sendo condicionados.

Uma questão semelhante poderia ser assim formulada: **estamos** promovendo aprendizagem significativa ou simplesmente memorização? **Ausubel (1968)** distingue entre aprendizagem significativa (aquisição de novas informações por associação não-arbitrária com aquilo que o aprendiz **já** sabe) e o que ele chama de "**rote learning**" (aquisição de nova informação através de associações puramente arbitrárias) e frisa o seguinte: ao procurar evidência da aprendizagem significativa, seja através de questões verbais ou de problemas propostos para serem resolvidos, a possibilidade de simples memorização deve estar sempre em mente. Uma longa experiência em fazer exames torna os estudantes adeptos da **memorização** não somente de proposições e fórmulas **mas** também de causas, exemplos, razões, explicações e formas de reconhecer e resolver "tipos de problemas". O perigo de sim-

ples simulação de compreensão significativa pode ser melhor evitado formulando-se questões e problemas que sejam tanto novos como não familiares em sua forma, e que requerem assim uma máxima adaptação do conhecimento existente.

Considerando-se que a utilização de objetivos comportamentais corresponde a se fazer saber aos estudantes o que deles se espera, como poderíamos formular questões novas e não familiares ao estudante? Se isso for impossível no SIP estamos então somente promovendo memorização, "rote learning"? É claro que Ausubel pode estar errado, ou talvez seja possível usar-se aquele tipo de questões no SIP, mas, de qualquer forma, não é esse um ponto a ser levado em conta? Outro ponto a considerar em termos de aprendizagem é que ao se dividir o conteúdo em unidades, e ao se adotar uma sequência rígida, pode-se, pelo menos algumas vezes, estar forçando o aluno a estudar tópicos que não têm relevância para ele. Ou seja, o aluno deve estudar um certo tópico porque esse tópico é necessário para aprender um outro que está nas unidades seguintes, mas ele não sabe disso e a tarefa que lhe é imposta carece de significado. Em consequência, ele poderá ser levado a simples memorização desse tópico.

Obviamente, estes "problemas de aprendizagem" não estão necessariamente associados ao SIP. Uma boa programação pode evitar esses problemas, mas nem sempre esse é o caso (como não foi o nosso).

10. CONCLUSÃO

Após sete semestres de uso, o SIP pode ser considerado a melhor solução encontrada para o curso de Física II em uma escala relativamente pequena. Entretanto, à medida que o número de alunos cresceu, muitas dificuldades surgiram, causando uma distorção das características básicas do sistema. A interação pessoal, um dos mais importantes aspectos do curso nos dois primeiros semestres, diminuiu acentuadamente no terceiro e quarto semestres em consequência do elevado número de estudantes. O funcionamento do sistema tornou-se uma tarefa muito difícil nesse caso e muitas normas de controle tiveram que ser usadas. (Parece que o SIP tende a ser muito mecânico quando o número de alunos é elevado.) Em semestres subsequentes,

esse número foi reduzido ao nível de 100 e tais dificuldades foram contornadas. Em termos de aquisição e retenção de conhecimento, os resultados foram pelo menos tão bons quanto os dos métodos anteriormente utilizados, apesar das potencialidades do SIP não terem sido completamente exploradas, e de alguns erros cometidos.

REFERÊNCIAS

1. Ausubel, D.P., *Educational Psychology: A Cognitive View*, Holt, Rinehart and Winston, New York, N.Y., 1968.
2. Buchweitz, B., "Um Estudo sobre os Métodos Keller, Audiotutorial e Estudo Dirigido em Física", Dissertação de Mestrado (não publicada), Instituto de Física, UFRGS, 1975.
3. Dionísio, P.H., Moreira, M.A., "Estudo Comparativo entre o Método Keller e o Tradicional em Termos de Conhecimento Adquirido e Índice de Desistências", *Revista Brasileira de Física*, 5, 131-137, 1975.
4. Dionísio, P.H., "O Método Keller e sua Aplicação no Ensino de Física Geral na Universidade", Dissertação de Mestrado (não publicada), Instituto de Física, UFRGS, 1976.
5. Keller, F.S., "Good-bye Teacher ...", *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1, 78-89, 1968.
6. Levandowski, C.E., "O Sistema Audiotutorial no Ensino de Física Geral", Dissertação de Mestrado (não publicada), Instituto de Física, UFRGS, 1975.
7. Moreira, M.A., "New Approaches to Teaching and Learning in Universities", Trend Paper N° 3, International Conference on Physics Education, University of Edimburgh, Scotland, July 29 - August 6, 1975.
8. Moreira, M.A., "An Ausubelian Approach to Physics Instruction: An Experiment in an Introductory College Course in Electromagnetism" (unpublished), Ph.D. Dissertation, Cornell University, 1977.
9. Moreira, M.A., Costa, M.E.V., "O Professor como Organizador das Condições Externas da Aprendizagem", *Revista Brasileira de Física*, 1, 453-468, 1971.
10. Moreira, M.A., Dionísio, P.H., "Interpretação de Resultados de Testes de Retenção em Termos da Teoria de Aprendizagem de D.P. Ausubel", *Revista Brasileira de Física*, 5, 245-252, 1975.