

INSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO ASSISTIDA POR COMPUTADOR. TÉCNICAS E APLICAÇÕES.

Neron Arruda Leonel
Suelena Porto Klein

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Centro de Processamento de Dados
Av. Osvaldo Aranha 99, Porto Alegre, Brasil.

A partir da metade da década de 70, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul passou a preocupar-se em oferecer aos seus alunos um melhor nível de ensino e aprendizagem. O número de alunos ingressantes pelos concursos vestibulares aumentava, e as turmas precisavam ser expandidas para atender a demanda.

Nas disciplinas de processamento de dados, atualmente, concorrem mais de 1500 alunos, por semestre, gerando turmas de 50 a 60 alunos. Com este número elevado de estudantes, por turma, o atendimento individualizado tornou-se praticamente impossível. Assim, buscou-se um novo meio de ensino que viesse auxiliar professor e dar-lhe condições de apoio as atividades desenvolvidas em sala de aula - o uso do computador.

Idealizou-se um software que possibilitasse ao professor apresentar cursos, reforçar conteúdos e avaliar os estudantes, através de terminais de vídeo. Para que essa ferramenta fosse eficiente, escolheu-se uma técnica de ensino individualizado reconhecidamente como uma das melhores neste estilo: "A Instrução Programada".

Uma primeira versão deste software encontrava-se em teste piloto, em 1978, quando então duas turmas de alunos

eram avaliadas utilizando-se avaliação formativa baseada em tecnologia de testes de múltipla escolha, com realimentação sistemática em função das respostas dos alunos.

Várias reformulações foram feitas neste software, visando alcançar, cada vez mais, a melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Atualmente, ele é usado não só como um meio de avaliação, como também para fornecer cursos das disciplinas de processamento de dados, através de terminais. Também o treinamento dos professores, para utilizarem o sistema e de alguns funcionários do CPD é possível fazer-se usando o sistema desenvolvido.

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma visão geral das técnicas utilizadas e o software resultante, as experiências feitas e resultados obtidos. O software foi desenvolvido na Divisão de Computação do Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o nome de SISCAI (Sistema C.A.I. - Computer Assisted Instruction).

INTRODUÇÃO: Computadores e Educação.

"O ingresso do computador moderno nos contextos educacionais data da metade da década de 1950 trazendo um novo conjunto de possibilidades.

Os primeiros computadores não eram de todo de confiança e seu custo era muito grande. Agora com os de terceira geração, o custo é maior ainda, mas são suficientemente rápidos e eficazes, para reduzir o custo de uma hora de ensino por aluno a uma cifra pequena, que pode estar por volta de vinte e cinco centavos de dólar, levando em conta os custos do desenvolvimento de programas, direitos do autor, linhas de comunicação com lugares distantes, etc. Esta cifra é competitiva comparada com o custo do ensino em sala de aula.

Dentre as vantagens do emprego do computador, em educação, estão o maior controle e monitorização do estudante com o material de estímulo e a maior capacidade de processamento complexo de dados procedentes das respostas dos alunos. O computador pode coordenar vários dispositivos como unidade de filmagem, armazenamento, apresentação de sons, monitores de televisão, dispositivos especiais para as respostas dos estudantes, além do teclado de teletipo atualmente em uso. Quanto a segunda vantagem criada, além de armazenar e analisar dados maciços sobre as respostas dos estudantes (rapidez, correção, respostas armadas livremente, etc.), pode empregar um sistema lógico complexo para adotar decisões quase instantâneas sobre as respostas, e sobre qual o material seguinte a ser apresentado.

Outra vantagem é que o computador pode estabelecer um diálogo livre entre os estudantes desde que este seja capaz de transmitir respostas pelo teclado.

Quanto às desvantagens, não é possível avaliar respostas orais nem motoras dos estudantes, a menos que sejam traduzidas para a entrada digital que o computador exige. É limitado ao intercâmbio de informações alfanuméricas com o estudante, e a apresentação (não a recepção e avaliação) do material visual e auditivo.

Das formas de aplicar o computador ao ensino destaca-se o ensino "ajudado por computador", onde o estudante trabalha de forma contínua com este, e o ensino "dirigido por computador" quando ele é um auxiliar do professor para administrar e guiar o processo de ensino, mas o aluno não se acha conectado continuamente com ele.

No primeiro caso, aplicam-se muitos princípios de ensino programado: análise cuidadosa dos objetivos educacionais; desenvolvimento de programas mediante aplicação experimental e revisão; emprego de pequenos passos; emprego de realimentação imediata para confirmar as respostas.

O processo de avaliação integra-se com o material escrito do programa, e a eficiência do ensino é julgada em função da velocidade e eficiência com a qual os estudantes alcançam os objetivos propostos.

No futuro, o computador possibilitará oferecer maior número de cursos diferentes a um maior número de alunos, garantirá o alcance dos objetivos educacionais por parte destes, numa medida anteriormente impossível. Isto graças a aplicação inteligente dos princípios de medida e avaliação educacionais. De forma concreta, o computador:

Devido a sua capacidade de armazenar e analisar resposta do aluno, facilitará a "análise de itens" do conteúdo de ensino e aplicação experimental e revisão dos programas.

Poderá diagnosticar rapidamente o estado inicial de conhecimentos do estudante em um certo tema, "ramificando-o", para que siga seu trabalho com material fácil ou difícil, segundo suas necessidades. Em segundo lugar, administra uma grande quantidade de materiais de teste no curso de um programa; não permite ao estudante avançar no programa a menos que demonstre em determinados pontos de alcançou o domínio do tema. Em terceiro lugar, pode administrar facilmente a aplicação dos testes estandarizados, proporcionando rapidamente não só o texto básico convencional como informação diagnóstica sobre diferentes tipos de dificuldades, informação sobre velocidade e acerto de respostas, etc. O emprego de consoles em localidades distantes possibilita a administração simultânea de testes padrões em áreas geográficas amplas, e ainda administração computadorizada de testes em escala nacional.

Pode acumular e analisar dados sobre grandes quantidades de estudantes: dados sobre características pessoais, desempenho na aprendizagem, antecedentes de diversos tipos, etc. Facilitará o grau de avaliação de diferentes programas de ensino e a tabulação de resultados.

É possível elaborar sistemas dentro dos quais o computador pode avaliar as respostas livres dos estudantes com tanta validade e maior eficácia que os professores.

Pode empregar-se para diferentes tipos de análise de conteúdo do material de ensino.

Para que o computador e outros meios educacionais alcancem o máximo de utilidade em educação, faz-se necessário um intenso trabalho de investigação e desenvolvimento, que empregue tecnologia da medida e avaliação junto a outras. Para isto é necessário que se formem mais especialistas em investigação e desenvolvimento, se capacitem os professores e diretores para utilizar com mais eficiência, investigação e o desenvolvimento, e se forneçam os fundos adequados para todas essas atividades." 11

TÉCNICAS DE ENSINO E AVALIAÇÃO UTILIZADAS NO SISTEMA SISCAI.

INSTRUÇÃO PROGRAMADA

Proveniente de um longo processo evolutivo e valiosa colaboração de educadores, a instrução programada só teve sua aplicação prática, no campo educacional, nestes últimos anos. Apesar de seus conceitos mais importantes serem frutos de laboratórios de psicologia experimental (principalmente de análise e a predizagem), e de independer de sistemas mecânicos, seu desenvolvimento iniciou com uma pequena "máquina de ensinar", fabricada em 1926 pelo professor Sidney Pressey. Com características semelhantes as modernas, esta máquina restringia-se à aplicação de testes de múltipla escolha e fornecia a correção imediata após a resposta do aluno. Portanto, além de desempenhar a função de aplicar testes, ela também desempenha a importante função de proporcionar ao aluno a discriminação entre as respostas corretas e incorretas e fazer transferência desses conhecimentos a outras perguntas.

As descobertas e pesquisas de Pressey só tiveram novo e importante impulso com os trabalhos e pesquisas de B.F. Skinner que se dedicou a examinar as limitações impostas ao professor, em sala de aula e os eventos que determinam a aprendizagem.

A aprendizagem deveria ser uma atividade agradável e não uma fonte de aborrecimentos e frustrações. Muitos desses aborrecimentos são causados pelos temores e fracassos decorrentes de uma situação de aprendizagem mal preparada, de materiais deficientes ou enfoques não apropriados.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Instrução Programada tem fundamentação teórica predominantemente científica e consiste na aplicação direta de investigações.

A idéia básica da instrução programada é que o processo de aprender é mais agradável, eficiente e permanente, quando o aluno não comete erros (ou quando estes ocorrem em proporção mínima).

Observa diversos aspectos, caracterizando-se por apresentar ao aluno, com poucos conhecimentos, pequenos conteúdos através dos quais ele adquire novos conhecimentos, chegando até a dominar assuntos bem complexos, devido ao pequeno número de erros, aos reforços (realimentação) adequados e a sua participação. Outra característica desse método é que o aluno pode seguir seus estudos num ritmo próprio. São, portanto, quatro os princípios que regem a Instrução Programada:

- "Princípio dos Pequenos Passos
- Princípio de Resposta Ativa
- Princípio de Imediato Conhecimento dos Resultados
- Princípio do Ritmo Próprio".⁷

Em instrução programada todo material irrelevante que é oferecido junto ao conteúdo intencional, deve ser evitado.

Os estágios da produção:

- a. Preparação
- b. Redação do Programa
- c. Testes e Revisão

ESTÁGIO I: Preparação

Neste estágio o professor (autor ou programador) avalia suas possibilidades, as facilidades de que dispõe, as ajudas que pode receber, a matéria que vai programar, determina as características dos alunos aos quais se destina o programa.

Fases de preparação: Para melhor organizar o trabalho, divide-se a preparação em seis fases, que devem ser executadas nessa ordem:

- a. Escolha do assunto:

b. Esboço do assunto: Nesta fase se determina o quanto o assunto será abordado e a profundidade, o número de alunos a que se destina o programa, suas idades, sexo, procedência, habilidades e interesses.

c. Definição de objetivos: Os objetivos serão traduzidos por proposições que descreverão quais os comportamentos esperados ao final do curso.

d. Especificação dos pré-requisitos: Identificar os conteúdos mínimos que o aluno deve ter para fazer o curso.

e. Teste de critérios (Pós-teste): Testes que o aluno responde depois de fazer o curso e que servem para medir sua aprendizagem.

f. Desenvolvimento do esboço.

ESTÁGIO II: Redação do Programa.

Existem dois tipos básicos de programas em Instrução Programada. O linear ou extrínseco, desenvolvido por SKINNER, e o intrínseco ou ramificado elaborado por CROWDER.

Estes programas diferem pelo tipo de resposta solicitada ao aluno, pela forma de apresentação, pelo tipo de seqüência que é seguida, pela incidência de erro, pela forma de comparar respostas.

Quanto ao tipo de resposta solicitada ao aluno, estas podem ser aberta ou autoconstruída e repostada intrínseca ou de escolha múltipla. A primeira é defendida por Skinner como resposta que requer "evocação" ou "recordação" exigindo que o aluno reproduza uma resposta e não apenas a reconheça. A segunda, escolha múltipla, é definida por Crowder como sendo a que verifica se a comunicação contida no quadro foi estabelecida realmente, ou apenas de forma aproximada. Possibilita a discriminação de conteúdos aprendidos e, ao aluno, a possibilidade de continuação do programa.

Num programa linear, os quadros são pequenos e acham-se seqüencialmente dispostos. O aluno lê o quadro, escreve a respostas e vai ao quadro seguinte para confirmar sua resposta e receber novas informações. Considerando que o acerto na resposta é de vital importância para a motivação, 5% de erros em um quadro de programa linear é considerado um quadro de feito, que exige revisão.

Normalmente, usa-se um programa linear para ensinar conceitos simples. É um programa bastante repetitivo, assim não deve ser empregado para alunos que tenham mais capacidade de aprendizagem porque gera desinteresse.

Veja na figura 1, um exemplo de um programa linear.

Elevar ao quadrado os números com 2 dígitos que terminam em 5.

1. A fim de elevar um número ao QUADRADO, multiplique-o por ele próprio. Exemplo: para elevar 3 ao quadrado, multiplica-se 3 vezes 3. A resposta é nove. Da mesma forma: a fim de elevar 6 ao quadrado, multiplica-se 6 vezes 6. A resposta é	36
2. O quadrado de 8 é: 8 vezes 8, ou 64. O quadrado de 5 é: 5 vezes 5 ou	25
3. O quadrado de 7 é 49. O quadrado de 3 é	9

Figura 1. (Lysaught, Jerome - Guia de Instrução Programada 1974).

Considerando-se que o sistema SISCAI pode ser usado para qualquer tipo de curso ou prova e aplicado em alunos de qualquer nível, optou-se pelos programas ramificados, cujas características são as seguintes:

1. seqüências mais longas;
2. a exigência de um esforço maior de reflexão por parte do aluno;
3. a resposta é dada em forma de escolha entre alternativas apresentadas e não como uma elaboração pessoal;
4. especifica-se ao aluno que ele cometeu um erro e procura-se orientá-lo no caminho certo;
5. a seqüência não é a mesma para todos os alunos: existe um tronco central que todos percorrem mas com diversas etapas a sua volta conforme as respostas dadas;
6. atende a diferenças individuais.

Com este tipo de programa, alunos mais bem dotados tem condições de aprender mais rapidamente, pois é possível fornecer-lhes um maior número de informações em menor tempo e o número de respostas incorretas é bem menor. Os outros alunos progredem em processo mais lento, mas suas necessidades são atendidas porque o aluno recebe explicações adicionais, conforme a resposta escolhida.

A figura 2 a seguir, representa a seqüência de um programa intrínseco.

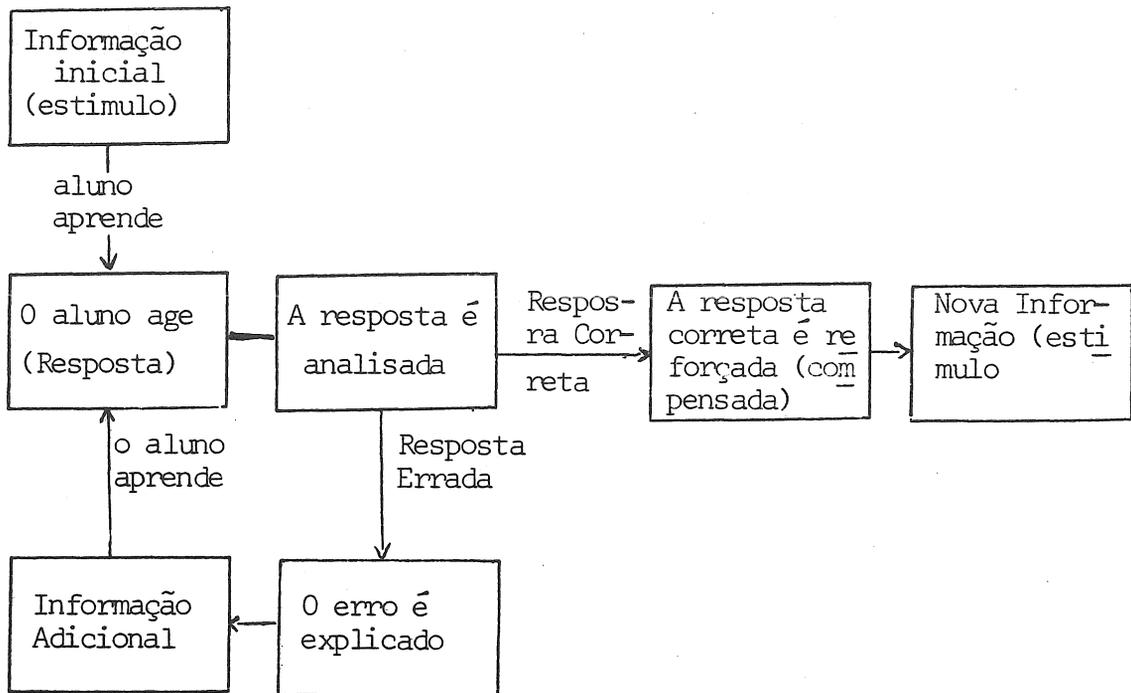


Figura 2. (Almeida, Maria Angela V.de, Instrução Programada, - 1970).

Para Crowder a diferença básica entre seu método e o de Skinner é o propósito com que a resposta é dada e a posterior utilização da mesma. Enquanto no programa linear o fato de emitir uma resposta significa passar à etapa seguinte, no ramificado essa resposta é usada para determinar se a informação posterior será apresentada logo a seguir, ou se o material adicional será necessário.

Uma das formas de apresentação de um programa ramificado é em livro, normalmente conhecido como livro embaralhado. Isto porque o vai e vem entre as páginas, ocasionado pelas respostas do aluno, pode causar confusão a este. Este tipo de problema é evitado no uso de terminais de vídeo porque os desvios dentro do programa são transparentes ao estudante.

Resumindo, caracterizar o tipo de resposta, o tipo de questões, o formato, o uso de ilustrações, etc., significam determinar as características do programa.

3. Observe o trecho de programa intrínseco da figura

Um exemplo de programa ramificado.

PAGINA 1

Define-se o símbolo b^n como "o produto que obtem-se quando usa-se o número b como fator n vezes". Assim, por exemplo:

$$\begin{aligned} 2^3 &= 2 \times 2 \times 2 = 8 \\ 3^2 &= 3 \times 3 = 9 \\ b^2 &= b \times b \\ \text{etc.} \end{aligned}$$

Aprende-se também que numa expressão da forma b^n o número b é denominado BASE e o número n é denominado EXPOENTE.

Finalmente foi visto que uma expressão numérica como 2^3 é denominada "a 3ª potência de 2" ou "2 elevado a potência 3" e assim por diante.

Obtem-se a seguir uma pergunta de revisão do que acabamos de estudar. Escolha uma resposta e dirija-se à página indicada à frente da resposta que escolheu. A questão é a seguinte:

$$2^3 = \dots$$

Resposta	Página
8	5
9	9
Não sei	13

Figura 3. (Lysaught, Jerome - Guia de Instrução Programada, - 1974).

ESTÁGIO III: Testagem e Revisão.

É nesta fase que se testa a eficiência do programa. Existem dois tipos de teste: o de processo ou de campo e o teste de critérios.

Teste de Processo (campo) é aplicado durante a elaboração do programa, num grupo pequeno de alunos (de 10 a 15), para avaliar os quadros individualmente. Mede a comunicabilidade e eficácia do programa, verificando se o aluno consegue percorrê-lo todo cometendo poucos erros, se a linguagem é acessível, os exemplos adequados, os exercícios bem dosados. A eficácia do programa refere-se a compreensão ou entendimento do mesmo.

A finalidade deste teste é determinar os quadros de defeituoso e se possível o tipo de defeito. Os alunos em quem se aplica este teste, recebem o programa respondendo-o em folhas adequadas. Pode-se solicitar comentários nesta folha, quanto a compreensão e dificuldades do quadro. Também o programador deve fazer observações quanto a motivação, hesitação, etc. É necessário estabelecer o tempo que cada aluno leva para responder essa amostra. Para isso solicita-se que o aluno anote a hora de início e de término do programa. A avaliação é feita através de uma tabela ou grade de correção de dupla entrada. Nas linhas horizontais tem os nomes dos alunos e nas verticais, os números das respostas. Ao ser feita a correção, assinala-se as respostas erradas e na última linha toma-se o total de erros por quadro. Pode-se calcular o total de erros por aluno, na última coluna.

Exemplo da Tabela de Apuração:

Tabela 1. (Pereira, Helvécio B., Instrução Programada, 1970)

Resposta	1	2	3	4	5	6	7	8		30	31	32	33	TOTAIS
Aluno														
Aluno A														
Aluno B														
Aluno C														
Aluno D														
Aluno E														
Aluno F														
Aluno G														
Aluno H														
Totais:														
Erros/quadros														

" A soma do total de erros por quadro deve ser igual a soma dos totais de erros por aluno. A percentagem média de erro, por aluno, indica o grau de eficácia do programa." 

O teste de critérios mede a eficiência do programa ou seja o quanto o aluno aprendeu. Deve abranger todo o programa, com situações novas e aplicações que possam ser envolvidas, usando-se os elementos fornecidos por ele, sem que as perguntas exijam outras informações. Este teste é elaborado dentro das especificações da Tecnologia de Testes.

TECNOLOGIA DE TESTES

PLANEJAMENTO

O teste de aproveitamento é o instrumento de medida que fornece informações sobre o desempenho de um indivíduo ou grupo de indivíduos.

"Exige cuidadoso planejamento que pode ser resumido nas seguintes fases:

- Alterações {
1. Identificação dos Objetivos.
 2. Seleção de áreas de conteúdos.
 3. Preparo de Tabela de Especificação.
 4. Seleção do Tipo de Item.
 5. Elaboração de Itens.
 6. Revisão por um Técnico em Testes.
 7. Revisão por Especialista em Conteúdo.
 8. Montagem do Teste.
 9. Elaboração das Instruções e Chaves de Correção.
 10. Revisão de Provas Datilografadas.
 11. Impressão do Teste".⁸

MONTAGEM

Quanto a montagem do teste esta, deve obedecer critérios pré-estabelecidos dependendo das instruções do examinador. De maneira geral a organização dos itens (questões) é feita:

- "a. em ordem crescente de dificuldade: para não prejudicar a motivação do aluno ocasionando um desempenho global deficiente;
- b. em áreas de conteúdo uniforme: questões sobre o mesmo assunto agrupadas, favorece o desempenho do examinado e facilita ao examinador a caracterização de deficiências do rendimento escolar;
- c. segundo o tipo de comportamento exigido: esta disposição permite estabelecer até que ponto os objetivos propostos estão sendo realmente alcançados;
- d. segundo apresentação formal: diferentes tipos de itens exigem diferentes procedimentos mentais, dessa forma para não criar inquietações, há

recomendação de agrupar os itens segundo o seu tipo formal".¹²

A combinação dos vários critérios depende do examinador e para facilitar a tarefa será necessário a elaboração de uma tabela de especificação do tipo que segue:

Comportamento Conteúdos	Conheci- mento	Compre- ensão	Aplica- ção	Análise	Síntese	Avaliação	Total dos itens por área de conteúdo
			Número do item do teste				
Total de itens por comportamento							Total de itens do teste

Tabela 2. (Santarosa, Lucila M.C. - Instrução Modular em Medidas Educacionais, - 1975).

Os tipos de comportamento estão colocados em ordem crescente de complexidade, segundo a Taxionomia de BLOOM

TIPOS DE QUESTÕES

Dois são os tipos de questões: a dissertação é do tipo objetivo sendo que os últimos ainda se dividem em questões que o aluno dá a resposta e em questões que o aluno seleciona a resposta (complementação; V-F, combinação, escolha múltipla).

As avaliações elaboradas no sistema SISCAI utilizam respostas do tipo objetivo.

As questões do tipo objetivo devem aplicar-se a grupos grandes, dão imparcialidade na avaliação, e absoluta honestidade quanto ao critério para a correção, quando há necessidade de rapidez na correção.

APLICAÇÕES E CONCLUSÕES:

O Sistema SISCAI iniciou seus primeiros testes em 1978 quando foi usado para implementar avaliações através de terminais de vídeo. Um teste estatístico aplicado em alunos do pós-graduação da Faculdade de Educação foi a primeira experiência.

Após, implementou-se um sistema de avaliação formativa da disciplina Computação Básica Fortran dirigida a alunos de cursos de graduação, regularmente matriculados. Este sistema ao mesmo tempo que avalia o aluno, possibilita a imediata correção e reforço da resposta, através de feedbacks adequados à necessidade do estudante. Assim, se o aluno acerta a pergunta mas não tem certeza da resposta dada, uma realimentação para elucidar esta dúvida é apresentada. Da mesma forma, se ele acerta e diz que tem certeza um breve reforço lhe é dado: "Excelente sua resposta está correta. Siga Adiante". No caso de erro, com ou sem certeza, dois outros tipos de feedbacks são oferecidos. Este modelo de avaliação formativa é inédito e foi elaborado pela Profa. Lucila Maria Costi Santarosa, do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Educação desta Universidade.

O impacto causado nos alunos com este sistema de avaliação têm sido muito bom. Uma mudança de comportamento, com maior interesse foi observado.

Atualmente de 300 a 400 alunos de Fortran têm feito suas avaliações usando o computador, semestralmente.

Além das avaliações, cursos têm sido implementados e testados.

A partir de agosto de 80 uma turma de 30 alunos da linguagem Fortran têm recebido os conteúdos da disciplina, pelo computador. Esta atividade que representa o último estágio de um programa de Instrução Programada, têm por apoio a orientação, com elucidação de dúvidas, realização de exercícios, discussões e debates, em sala de aula. A aceitação e entusiasmo dos alunos é grande. Já foram sentidos os primeiros resultados em termos de melhoria nas avaliações, em comparação com os sistemas tradicionais de ensino.

Em fase de implantação, um curso de Work Flow Language dirigido a alunos ingressantes no Pós-Graduação em Ciência da Computação, no Curso de Tecnólogo em Processamento de Dados e também para treinamento dos funcionários ingressantes no CPD. Uma Simulação Clínica para alunos de medicina, encontra-se em fase de testagem e revisão.

Também a técnica de estudo através de fichas está em pesquisa e implementação como reforço a certos conteúdos, considerados mais difíceis, das disciplinas de processamento de dados.

As conclusões das experiências desenvolvidas até agora têm sido possíveis através das estatísticas fornecidas pelo sistema. São elas:

- Estatísticas para o programador, que fornecem tempo de resposta médio por etapa, tempo de desenvolvimento médio do curso ou prova, percentual de acerto por etapa; percentual de utilização de cada etapa, distribuição da utilização das opções de respostas possíveis para cada etapa.

- Estatística para o professor: boletim de aproveitamento de cada aluno, média e desvios padrão do grupo, percentual de acertos de cada item.

BIBLIOGRAFIA:

01. ALMEIDA, Maria Angela Vinagre de. Instrução Programada; teoria e prática. Rio de Janeiro, Fundação Getulio Vargas, 1970.
02. HILGARD, Ernest R. Teorias da Aprendizagem. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 1973.
03. LYSAUGHT, Jerome P. & WILLIAMS Clarence M. Guia de Instrução Programada. Trad. Samuel Pfromm Netto. São Paulo, Pioneira, 1974.
04. MALPASS, Leslie F. et alii. O Comportamento Humano; manual de instrução programada. Trad. Juracy C. Marques. 2.ed. Rio de Janeiro, Renes, 1970.
05. MARKLE, Susan Meyer. Instrucción programada; análisis de quadros buenos e malos. Mexico/Buenos Aires, Centro Regional de Ayuda Técnica 1971.
06. MEDNICK, Sarnoff A. Aprendizagem. Rio de Janeiro, Zahar, 1969.
07. PEREIRA, Helvécio Botelho. Instrução Programada teoria e prática. Rio de Janeiro, Forense, 1970.
08. SANTAROSA, Lucila Maria Costi. Instrução modular em medidas educacionais. Porto Alegre, Sulina, 1975.
09. SCHIEFELE, Hans. Ensino Programado. Trad. Else Graff Kalmus, rev. por Lourenço Filho. 2.ed. São Paulo, Melhoramentos, 1970.
10. SKINNER, B.F. Tecnologia do ensino. São Paulo, Herder, 1972.
11. TICKTON, Sidney G. La educación en la era tecnologica. Buenos Aires, Bowker, 1974.
12. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Faculdade de Educação. Laboratório de Ensino Superior. Planejamento e organização do ensino; um manual programado para o treinamento do professor universitário. 4. ed. Porto Alegre, Globo, 1978.
13. WIENER, Norbert. Cibernética e sociedade; o uso humano dos seres humanos. Trad. José Paulo Paes. 2. ed. São Paulo, Cultrise, 1968.