

## TECNOLOGIA DA EDUCAÇÃO E APRENDIZAGEM HUMANA

Samuel Pfromm Netto

O historiador da educação brasileira Primitivo Moacyr conta em uma de suas obras que, na segunda metade do século passado, foi realizada uma importante exposição pedagógica no país. Nessa exposição, o professor Abílio César Borges, Barão de Macaúbas, autor de livros didáticos que nossos avós conheceram e usaram, apresentou suas "máquinas de aprender" isto é, instrumentos que, segundo suas próprias palavras, se destinavam a facilitar a tarefa do mestre e a possibilitar uma instrução mais eficiente. Uma dessas máquinas era o "aritmómetro", que servia para simplificar a aprendizagem das quatro operações.

Mais tarde, já no século atual, por volta de 1920, outro educador de renome, o professor Sampaio Dória, concluía que os fundamentos do nosso idioma poderiam ser ensinados muito mais eficazmente do que através das preleções e dos livros convencionais. Em lugar destes, Sampaio Dória tratou de dispor as informações e habilidades que o aluno deveria dominar em seqüência simultaneamente lógica e psicológica; iniciou cada seqüência de ensino a partir dos pré-requisitos dominados pelos alunos; e fez cada item da seqüência sob a forma de uma indagação ou problema, que demandava uma resposta do aprendiz. Após responder cada indagação, o aprendiz confrontava sua resposta com a resposta que vinha impressa logo abaixo da pergunta. Um livro feito dessa forma, **Como se aprende a língua**, apareceu por volta de 1930.

Abílio Cesar Borges, no Nordeste, e Sampaio Dória, em São Paulo, são precursores brasileiros esquecidos da moderna tecnologia da educação. E refletem bem as duas principais facetas dessa nova maneira de conceber e de realizar o ensino: a preocupação com equipamentos e materiais de ensino mais eficientes (o aspecto por assim dizer **externo** da tecnologia da educação) e a preocupação com procedimentos, com processos mentais e comportamentais, com técnicas de análise, com estratégias de aprendizagem, que refletem o aspecto mais **interno** da tecnologia da educação.

Somos geralmente levados a supor que tecnologia da educação se refere apenas à faceta externa referida acima: máquinas, equipamentos, materiais. Usa-se tecnologia da educação freqüentemente como sinônimo de televisão e rádio educativos, cinema educativo, máquinas de ensinar. Ocorre, contudo, que o significado da tecnologia da educação é muito mais amplo. É assim que Gagné (1968) a concebe: "significa o desenvolvimento de um conjunto de técnicas sistemáticas, e do conhecimento prático que as acompanha, para o planejamento, o teste e a operação das escolas como sistemas educacionais". Mais recentemente, propusemos (v. capítulo 1 deste livro) a seguinte definição: "Tecnologia da educação é a aplicação sistemática, em educação, ensino e treinamento, de princípios científicos devidamente comprovados em pesquisas, derivados da análise experimental do comportamento e de outros ramos do conhecimento científico (psicologia experimental da aprendizagem, teoria da comunicação, análise de sistemas, cibernética, psicologia experimental da percepção)". Komoski (1969) propõe uma conceituação ainda mais ampla: tecnologia da educação é o "conjunto de técnicas que servem para organizar de modo lógico as coisas, atividades e funções

N. da R. — Texto transcrito de:

PFROMM NETTO, S. **Tecnologia da educação e comunicação de massa**. São Paulo, Pioneira, 1976. p. 13-21.

de modo que possam ser sistematicamente observadas, compreendidas e transmitidas". Talvez a definição proposta por Komoski seja excessivamente ampla, mas tem a virtude de deixar bem claro o fato, nem sempre reconhecido, de que não há necessidade da inclusão obrigatória de máquinas ou equipamentos como projetores, aparelhos de TV, computadores ou máquinas de ensinar para que haja aplicação de tecnologia à educação.

Por que razão os esforços pioneiros dos homens como o Barão de Maucúbas ou Sampaio Dória não se impuseram e não tiveram continuidade? Uma possível explicação é a de que no século passado e nas primeiras décadas do século atual não existiam condições favoráveis para o florescimento de tecnologia da educação no Brasil. Até a metade do século 20, o cunho elitista da educação no Brasil, o subdesenvolvimento econômico, social e cultural, a industrialização e a urbanização em escalas relativamente modestas e a pouca importância atribuída pelo cidadão comum aos conhecimentos e habilidades associados à ciência e à tecnologia, de nenhum modo poderiam favorecer algo diverso dos procedimentos convencionais de ensino que a nossa geração e as gerações passadas conheceram. O Brasil de ontem era uma ilha de pequeno número de "letrados" (mais no sentido jurídico e literário do que científico e tecnológico) cercada pela espessa ignorância de uma multidão analfabeta ou semi-analfabeta. E assim continuou a ser, nos primeiros tempos republicanos. É preciso chegar aos anos 40 para se encontrar as primeiras manifestações realmente expressivas das mudanças profundas e extensas que o país passa a experimentar e sem as quais não haveria terreno propício para a criação, o emprego e a disseminação da tecnologia da educação. Essas mudanças estão ligadas a fenômenos e problemas como os seguintes, mais diretamente relacionados com a procura de soluções diferentes das convencionais, em matéria de ensino:

- a) Rápida expansão populacional, em virtude da alta taxa de crescimento demográfico e das melhores condições de tratamento pré e pós-natal, de higiene e de saúde para toda a população.
- b) Intensificação dos processos de industrialização e urbanização, a ponto de fazer desaparecer as tradicionais dicotomias cidade vs. campo, indústria vs. agricultura, com suas conhecidas associações positivas e negativas.
- c) Rápida expansão do conhecimento em todos os setores das ci-

ências e das suas aplicações (em várias áreas científicas, o conhecimento dobra a cada dez anos ou menos), acarretando a multiplicação rápida da publicação/disseminação de conhecimentos (livros e revistas de caráter técnico e científico, sociedades e congressos da mesma natureza, uso dos meios de comunicação de massa e de modernas técnicas de documentação e reprodução de informação científica e tecnológica).

- d) Necessidade de mais cientistas e tecnólogos e de mais e melhor educação científica e tecnológica para todos os cidadãos que, dia após dia, são forçados a recorrer a informações e habilidades dessa natureza para resolver problemas diários no trabalho e no lazer, no lar e no escritório ou na fábrica, nas atividades aeroespaciais ou nas atividades agropecuárias.
- e) Extraordinária ampliação da demanda de ensino em todos os níveis e em todos os setores, para satisfazer tanto os objetivos de cada indivíduo como os da sociedade.
- f) Pressões da própria população estudantil, dos empresários, dos organismos governamentais etc, no sentido de que o ensino proporcionado às crianças e jovens seja mais eficiente, mais inteligente, mais dinâmico e mais suscetível de avaliação e controle quanto aos resultados que produz.

A receptividade que existe hoje, para com a tecnologia da educação, não é, conseqüentemente, produto de mero acaso ou simples curiosidade passageira. **A tecnologia da educação está aqui para ficar** - e representa uma resposta (talvez a melhor resposta disponível no momento) para os problemas e desafios referidos acima.

## PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA ABORDAGEM TECNOLÓGICA DA EDUCAÇÃO

Os progressos em matéria de tecnologia da educação vêm ocorrendo em vários domínios, em várias direções. Chadwick (1973) menciona as seguintes áreas como aquelas que melhor refletem hoje em dia a contribuição da tecnologia da educação:

- a) tornar o processo de ensino-aprendizagem mais visível;
- b) aumentar a especialização de trabalho no pessoal docente;

- c) aperfeiçoar os conceitos de medida e avaliação de aspectos do sistema educacional;
- d) objetivar os alvos da instrução e esclarecer as intenções desta;
- e) modificar os fatores de produção no ensino, de sorte a obter, por um lado, menos trabalho e, por outro, mais materiais e equipamentos de ensino.

Essas vantagens resultam, naturalmente, de características e condições que a tecnologia da educação tem, e que não existem nos procedimentos convencionais de educação. Oliveira e Oliveira (1973) contrastam da seguinte maneira a tecnologia da educação com os procedimentos tradicionais de ensino:

<b>Tecnologia da educação (abordagem sistêmica)</b>	<b>Procedimentos convencionais (abordagem não-sistêmica)</b>
10 Definição operacional de objetivos.	19 Objetivos gerais, vagos e muito amplos.
2 <sup>o</sup> Otimização de meios.	29 Uso acidental ou inadequado de meios.
3 <sup>o</sup> Revisão dos materiais, até atingirem a um critério: avaliação formativa e somativa.	39 Falta de critérios objetivos para avaliar materiais.
4? Baseado em teorias de instrução.	49 Geralmente baseado na preferência ou experiência do autor.
59 Seqüência baseada em estratégias.	5 <sup>o</sup> Depende do material disponível ou da tradição.
69 Critérios de desempenho preestabelecidos, elevados e uniformes.	6 <sup>o</sup> Desempenho desigual e normalmente distribuído; critérios de desempenho aduzidos a posteriori.
79 Tempo de instrução e tipos de materiais: variam para cada sujeito, idealmente.	7 <sup>o</sup> Tempo e materiais: uniformes para todos.

8 <sup>o</sup> Avaliação formativa e somativa.	89 Avaliação somativa apenas, baseada em probabilidades.
9 <sup>o</sup> Testes ajudam a melhorar a aprendizagem.	99 Testes para notas.
10 <sup>o</sup> Sistema total é avaliado, em função de critérios.	10 <sup>o</sup> Avaliação objetiva é rara e difícil.
11 <sup>o</sup> Análise de custo/efetividade.	11 <sup>o</sup> O problema de custos não depende do (ou não interessa ao) instrutor.

A análise do quadro comparativo acima mostra a multiplicidade de aspectos que devem ser levados em conta, quando se deseja estruturar ensino ou treinamento a partir do que se sabe hoje em dia a respeito de tecnologia da educação. Nos parágrafos subseqüentes, não será tentada uma exploração de todos esses pontos — impossível de ser feita dentro dos limites do presente texto — mas tão-somente a apresentação de alguns aspectos do processo de aprendizagem-ensino que passam a ser vistos (e trabalhados) sob nova luz, a partir do quadro de referência da tecnologia da educação.

Começamos por lembrar que a maior parte do que tem sido escrito e experimentado em matéria de tecnologia da educação assume a forma de uma **abordagem comportamental** do ensino e da aprendizagem. Essa abordagem nada tem a ver com discussões — muitas vezes estereis — sobre pressupostos "filosóficos" ou "ideológicos" de diferentes modelos ou teorias psicológicas ou pedagógicas. Decorre simplesmente do bom senso. Este nos diz que, para nos certificarmos de que alguém aprendeu alguma coisa, é necessário que esse alguém externalize uma ação, exiba um comportamento, manifeste uma resposta. A exteriorização comportamental se refere tanto aos domínios de informações e habilidades como aos das atitudes e estratégias cognitivas.<sup>1</sup> É somente através de algum tipo de manifestação comportamental do aluno (ver-

<sup>1</sup> Estratégias cognitivas se referem aos "modos de utilizar os instrumentos do pensar" e o que se visa, em situações de ensino, neste caso, é produzir no aluno "o pleno desenvolvimento da autonomia quanto à sua capacidade de pensar de maneira econômica e efetiva" (Oliveira e Oliveira, op. cit., p. 40). Pertencem a este domínio as estratégias de tomada de decisão, de pensamento produtivo, de criatividade etc.

bal, motor ou ambos) que eu posso certificar-me de que ele aprendeu ou não o que lhe foi ensinado.

**O aluno percebe: organização da situação estimuladora.** A fim de que haja aprendizagem, com ou sem a presença física de um professor, é necessário, em primeiro lugar, que o aluno preste atenção a determinados estímulos do ambiente que o cerca, perceba-os, compreenda seu significado (decodifique-os), relacione-os entre si, etc.

O grau maior ou menor de estruturação planejada dos estímulos (objetos, palavras, representações icônicas, símbolos) geralmente afeta a economia e a qualidade da aprendizagem. Essa estruturação envolve tanto o arranjo ou a disposição espacial dos estímulos como a sua disposição seqüencial no tempo. Neste sentido, tanto os fundamentos científicos da psicologia da percepção como os resultados de pesquisas sobre a aprendizagem são de grande utilidade para o professor. O estabelecimento de seqüências ótimas de ensino é, também, muito favorecido com o domínio de procedimentos de análise da estrutura interna dos conhecimentos, habilidades ou operações que se pretende desenvolver no aluno. As expressões "análise de tarefa", "análise comportamental", "análise de objetivos", e "análise estrutural" têm sido usadas para designar esses procedimentos.

**O aluno reage: importância da resposta adequada à situação estimuladora.** Perante cada estímulo ou conjunto de estímulos, espera-se que o aprendiz responda. Para fins de controle do processo de aprendizagem, essa resposta ou reação deveria, idealmente, ser manifesta ou externa: o aluno deveria dizer algo, escrever alguma coisa, fazer alguma coisa, indicar alguma coisa. Em situações comuns de ensino, inferimos que os alunos estão respondendo implícita ou internamente, isto é, que suas respostas assumem a forma de "pensamentos". Que essa inferência nem sempre se confirma, provam-no muitas situações nas quais se descobre que o aluno "não entendeu" (isto é, não respondeu adequadamente). Bom número de recursos têm sido usados para garantir resposta do aluno aos estímulos preparados para ensinar. Na instrução programada, por exemplo, cada quadro do programa requer uma resposta manifesta do aluno, antes deste passar para o quadro seguinte.

Gagné (1969) lembra a importância de, na situação estimuladora, se informar o aluno a respeito das respostas que se espera dele. Isto nem sempre ocorre na aprendizagem em sala de aula: o professor, ao expor a matéria em classe, e o livro didático, ao apresentar a matéria ao aluno, amiudamente não informam ao aluno qual é o desempenho que este deve exibir durante e após sua exposição aos estímulos verbais ou não-verbais da lição.

A reação do aluno envolve, também, a evocação de coisas anteriormente aprendidas e que devem ser relacionadas com os novos estímulos. Orientações verbais ou gráficas podem facilitar essa evocação e podem, também, determinar a boa direção dos processos intelectuais internos do aprendiz. Isto diminui a incidência de erros e o tempo gasto com a aprendizagem.

**Reforço/"feedback": o aprendiz confirma a correção de sua resposta.** Uma das mais importantes descobertas em matéria de aprendizagem é a do papel fundamental que desempenha a confirmação, pelo próprio aluno, de que está "acertando", de que está "compreendendo". O **feedback** proporcionado pelo conhecimento do resultado é útil não somente para a fixação da resposta específica a que se refere, como também para o que vulgarmente chamamos de **motivação** do aprendiz. Um confronto da própria resposta com a resposta correta, um simples aceno da cabeça do professor ("sim" ou "não") ou um **display** visual que possibilita um controle preciso de uma resposta motora (por ex., no treinamento de motoristas e pilotos por meio de simuladores) são meios eficazes de reforço do comportamento que está sendo aprendido.

**O aluno memoriza: retenção vs. esquecimento.** Apesar de trivial, o fato de que a compreensão não é sinônimo de retenção está longe de haver produzido, nos procedimentos de ensino, os cuidados que deveria determinar. Uma seqüência de estímulos preparada para ensinar deve conter recapitulações em número suficiente para contrabalançar os efeitos do esquecimento. Caso contrário, a aprendizagem ocorre somente dentro dos limites daquilo que se chama, hoje em dia, "memória a curto prazo" (**Short Term Memory**, ou, abreviadamente, STM), e não em termos de armazenamento duradouro das respostas ou informações ("memória a longo prazo"). A extensa literatura que a psicologia produziu a respeito dos fenômenos da memorização e do esquecimento ajuda a equacionar melhor e a resolver os problemas com que se defrontam professores

e alunos, neste sentido. O papel da organização na memória, as diferenças entre memorização de palavras e frases vs. memorização de idéias e conceitos, as comparações entre "memória verbal" e "memória motora", os estudos sobre memória e aprendizagem visual, verbal etc., são exemplos de tópicos contidos nessa literatura.

**O aluno aplica: transferência do aprendizado, criatividade.** É evidente que se ensina em sala de aula tendo em vista a aplicação do que se aprende em outras situações, tanto dentro como fora da escola. "Ensinar para transferir", todavia, nem sempre é objeto da devida atenção no ensino convencional. Tudo quanto se sabe, hoje em dia, a respeito da importância da multiplicidade de exemplos e contra-exemplos no processo de aprendizagem se aplica particularmente ao caso da transferência, e assim também o que é sabido sobre a importância da resposta ativa do aluno em consonância com objetivos bem definidos. Além da aplicação a tarefas de natureza prática, a transferência do aprendizado desempenha papel fundamental em manifestações do pensamento que recebem denominações como "criatividade" e "tomada de decisão".

## ESTRUTURAÇÃO DO ENSINO

Como deve ser estruturado o ensino, a fim de torná-lo coerente com os conhecimentos disponíveis, presentemente, sobre o processo de aprendizagem humana?

Primeiro, é necessário definir claramente, **comportamentalmente**, o que se deseja que o aluno diga, execute, exiba ao final do processo de aprendizagem. Um modo bastante prático de fazê-lo, quer os objetivos ou "comportamentos de saída" visados sejam de natureza cognitiva ou afetiva (atitudes, valores), quer sejam motores, é o que consiste em **começar pelo teste**. (O primeiro passo para um ensino eficiente é saber-mos claramente quais são os comportamentos finais desejados. Bom número de especialistas em tecnologia da educação advoga a comunicação desses objetivos aos alunos **antes** do início da aprendizagem, particularmente sob a forma de exposição destes a um pré-teste (que deve ser **exatamente igual** ao pós-teste, aplicado após o término da aprendizagem).

A especificação, sob a forma de teste ou outra, do comportamento ou da tarefa que se vai ensinar, deve ser acompanhada da especificação

dos "comportamentos de entrada" do aprendiz, isto é, dos conhecimentos, operações, destrezas etc. que o aluno deve possuir, relevantes para a aprendizagem a ser desenvolvida.

O passo seguinte é o da especificação das condições que serão observadas para se criar e manter no aprendiz os comportamentos de saída desejados. Este passo é de fundamental importância e não deve ser confundido com a mera exposição do aluno a informações. Essa **exposição a estímulos** só ensina quando é objeto de cuidadosa preparação anterior, na qual se levam em conta os princípios conhecidos sobre aprendizagem, comunicação e comportamento humano e são manipulados adequadamente os estímulos relacionados com os vários itens referidos anteriormente (resposta do aluno, confirmação desta, organização espacial e seqüência temporal dos estímulos, memorização, transferência).

Vale a pena ressaltar, neste contexto, a importância que os tecnólogos da educação atribuem (a) à determinação dos tipos de aprendizagem a que o aluno será submetido, (b) a análise de cada tarefa específica de aprendizagem, decompondo-a em subtarefas, em operações específicas, em conceitos específicos.

A determinação dos tipos de aprendizagem permite que identifiquemos, de modo mais geral, se se trata de aprendizagem conceitual (conceitos, regras, interpretações, generalizações, discriminações) ou se se trata de aprendizagem de **cadeias** (operações ou seqüências de comportamento verbal ou motor)<sup>2</sup>

A análise de tarefa aplicada à aprendizagem permite a determinação da seqüência operatória em termos de estímulos-e-respostas:  $S_1 R_1 \rightarrow S_2 R_2 \rightarrow S_3 R_3 \rightarrow \dots S_n R_n$ , na qual o elo final corresponde ao comportamento de saída. Isto quando o tipo de aprendizagem visado é uma cadeia verbal ou motora.

2 Classificações de tipos de aprendizagem um tanto distintas da que é usada neste texto se encontram em R. Gagné, **Como se realiza a aprendizagem**, Rio, Livro Técnico, 1972; F. F. Gorow, **The learning game**, Columbus, Merrill, 1973; e Oliveira e Oliveira, **op. cit.**, 1973.

A análise de tarefa permite, por outro lado, a decomposição da aprendizagem de tipo conceitual em seus subconceitos ou subcomponentes, e assim também a especificação de exemplos e contra-exemplos, como se vê na Figura 2-1.

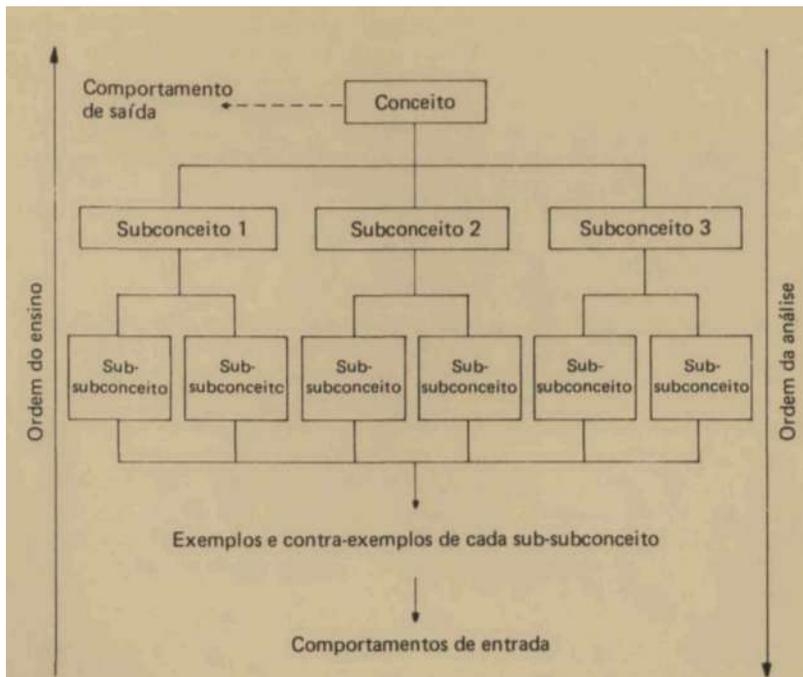


Figura 2-1. Decomposição de um conceito para fins de aprendizagem.

O ciclo de preparação do ensino/aprendizagem se encerra com a seleção, a produção e o arranjo das situações estimuladoras que conduzirão o aprendiz desde o comportamento de entrada até os comportamentos finais desejados.

## REFERENCIAS

CHADWICK, C. Educational technology: progress, prospects and comparisons. *British Journal of Educational Technology*, s. l., 4(2): 82, 1973.

GAGNÉ, R. Educational technology as technique. *Educational Technology*, S.l. ( ):6,nov. 1968.

\_\_\_\_\_ Learning and communication. In: WIMAN, R. V. & MEIERHENRY, W. C, org. *Educational media: theory into Practice*. Columbus, Merrill, 1969.

KOMOSKI, K. The continuing confusion about technology and education. *Educational Technology*, s. l. ( ): 74, nov. 1969.

OLIVEIRA, M. R. & OLIVEIRA, J. B. A. *A Função da avaliação na tomada de decisões educacionais*. Brasília, Secretaria Geral, MEC, 1973. mimeo.