

# Modelo tridimensional da aprendizagem

Samuel Pfromm Netto<sup>1</sup>

Departamento de Pós-Graduação em Psicologia, Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Propõe-se aqui um modelo triádico de aprendizagem, que integra diferentes tradições e conceitos de natureza psicológica e procura conciliá-los com desenvolvimentos recentes na teoria e pesquisa em aprendizagem e na prática educacional. A aprendizagem é concebida cognitivamente como um processo muito complexo e interativo, em termos de transação e de processamento humano de informação. Os aprendizes são considerados como pessoas que lidam simultaneamente em três dimensões congruentes, a fim de obter compreensão, desenvolver conhecimento pessoal e modificar o comportamento: *apropriação, imersão e transformação*. Para propósitos educacionais é necessário que os professores contem com flexibilidade e versatilidade em seus empenhos de ajuda aos alunos, mas também é preciso recorrer a procedimentos sistemáticos de planejamento, que combinem objetivos bem definidos com uma larga variedade de métodos e mídia de ensino-aprendizagem e com vários modos adequados de avaliação.

**Palavras-chave:** Aprendizagem, Ensino, Apropriação, Imersão, Transformação

## Abstract

### A tridimensional model of learning

A triadic model of learning is here proposed that integrates different psychological traditions and concepts and attempts to conciliate them with recent development in learning theory & research and educational practice. Learning is cognitively conceived as a very complex and interative process, in transactional and human information processing terms. Learners are seen as persons working simultaneously in three congruent dimensions, in their attempts to gain understanding, developing personal knowledge and modifying behavior: *appropriation, immersion and transformation*. For educational purposes, flexibility and versatility are required from the teachers in helping their students, but also systematic design procedures are needed, combining well stated objectives, a large variety of instructional-learning methods and media and several adequate types of evaluation.

**Key words:** Learning, Teaching, Appropriation, Immersion, Transformation

*Que é aprender?*

*Como se dá a aprendizagem nos seres humanos?*

*Que variáveis, condições e fatores operam para produzir as mudanças mentais e comportamentais que denominamos conhecimento, destreza motora, memorização, hábito, habilidade, compreensão, estratégias cognitivas e outros produtos da aprendizagem humana?*

A busca de respostas satisfatórias a estas indagações originou uma vasta literatura científica, acumulada ao longo dos últimos cem anos, com propósitos de teorização, pesquisa ou

aplicação em contextos como os da escola, do treinamento e do desenvolvimento humano.

Todo este esforço de milhares de pesquisadores e estudiosos de diferentes países tem sido desenvolvido em várias áreas distintas, como, por exemplo, a psicologia experimental, a teoria da aprendizagem, os estudos da memória humana e dos processos cognitivos, a psicologia educacional e escolar, a psicologia da instrução e o estudo do desenvolvimento de crianças e adolescentes.

Cada uma das áreas aqui mencionadas oferece contribuições importantes para a compreensão e a descrição da aprendizagem, assim como "insights", sugestões, prescrições e recomendações úteis, sem dúvida, para quem ensina e quem aprende.

1. Endereço para correspondência: PUCCAMP, Departamento de Pós-Graduação em Psicologia, Rua Waldemar César da Silveira, 105, CEP 13045-270, Campinas, SP.

Por outro lado, a coexistência de concepções e opiniões bastante divergentes; a extrema complexidade de boa parte dos fenômenos estudados; os desafios representados pela natureza distinta dos conteúdos a que se refere a aprendizagem - desde atos motores simples até o mais obscuros meandros da Física, da Matemática, da Filosofia, das Artes etc. - e pelas variações intra e interindividuais nos aprendizes (compare-se, por exemplo, no mesmo indivíduo, a aprendizagem nas primeiras semanas de vida com a aprendizagem na adolescência ou na idade adulta; ou em diferentes indivíduos, a aprendizagem do retardado mental profundo com a do superdotado); e a multiplicidade de mecanismos e aspectos de natureza psicológica que interagem com a aprendizagem, nela interferem e podem facilitá-la ou prejudicá-la, dificultam as tentativas de integração do conhecimento disponível e desnorream quem busca uma resposta singela e direta às perguntas mencionadas inicialmente.

Uma exposição, ainda que sumária, das origens, do desenvolvimento e do estado atual da teorização e da pesquisa psicológicas sobre aprendizagem humana foge aos propósitos deste texto e deve ser buscada na literatura disponível (pouquíssima e de modo geral desatualizada em português, e abundante em inglês; ver, por exemplo, Bower e Hilgard, 1981; Wingfield, 1979; Houston, 1981; Sahakian, 1980; Norman, 1982; Gagné e Driscoll, 1985; Baddeley, 1990; Mueller, 1992; Ormrod, 1990; Schunk, 1991; Schwartz & Reisberg, 1991; Briggs, Gustafson e Tillman, 1991).

O propósito, aqui, é rastrear uma linha de considerações que redundaram na formação de um modelo geral de aprendizagem, concebido inicialmente por volta de 1964-65, posto à prova numa variedade de contextos ensino-aprendizagem em sala de aula, ensino programado, televisão educativa, treinamento e desenvolvimento de recursos humanos, preparação de professores, ensino individualizado e outros - e reformulado e aperfeiçoado ao longo dos últimos vinte anos, de maneira a

incorporar desenvolvimentos recentes e resultados de experiências e pesquisas do autor e colaboradores.

Na sua formulação mais recente, o modelo procura refletir a contribuição da psicologia do processamento humano da informação e da ciência cognitiva contemporânea (melhor seria chamá-la "ciência neocognitiva, para diferenciá-la do cognitivismo tradicional, anterior à informática e a contribuições substantivas de Newll e Simon, Minsky, Neisser, Hunt, Greeno, Paivio, Norman, Bower, Anderson, Snow e muitos outros, notadamente nos anos setenta e oitenta; para uma caracterização essencial da nova ciência cognitiva e do processamento humano de informação, ver Simon, 1990; Hunt, 1989; e Lindsay e Norman, 1977).

Convém acentuar, contudo, que a ênfase no processamento humano de informação não impede o reconhecimento e a valorização de contribuições outras, originadas de linhas distintas de teorização e pesquisa. Apenas à guisa de ilustração, permanecem válidos, muito úteis para a prática de ensino-aprendizagem e merecedores de maior atenção os conhecimentos e procedimentos sobre reforçamento, modelação (Bandura), contiguidade, formação de conceitos, retenção e esquecimento, originados da teorização e da pesquisa que floresceram desde as primeiras décadas do século (Pavlov, Ebbinghaus, Thorndike, funcionalismo de Chicago, gestaltistas, Hull, Tolman, Skinner), assim como contribuições decisivas de outras procedências, notadamente as que se referem ao desenvolvimento do aprendiz (Piaget, Buhler, Claparède, Gesell, Freud, Erickson, Sears).

O modelo postula uma trajetória para a aprendizagem que necessariamente inclui:

- (1) captação sensorial (atenção, reconhecimento de padrões, percepção) como pré-condição;
- (2) compreensão (significados);
- (3) aceitação (valores, componentes atitudinais, que poderão facilitar ou bloquear a aprendizagem);

(4) memorização (memória de trabalho ou a curto prazo, memória a longo prazo que garante a retenção);

(5) uso, aplicação, transferência, inovadores ou não (cantar ou tocar uma música de cor vs. compor uma música ou retrabalhar músicas no corpo de uma nova composição; declamar um soneto vs. criar um novo soneto).

A simples captação mental (1) não garante a compreensão (2), ambas não constituem garantias de aceitação ou memorização, e assim por diante. Postula igualmente a passagem gradual, ao longo da aprendizagem, de um estado inicial de grande dependência da pessoa que aprende - em relação ao instrutor, professor, fornecedor de informações (amigo, livro, vídeo-cassete, materiais de ensino-aprendizagem em geral) - para uma grande independência final, o mais das vezes marcada por segurança, destreza, autonomia, flexibilidade.

Compare-se, nesse sentido, a pessoa que começa a aprender um idioma totalmente estranho com a mesma pessoa, muitos anos depois, exercendo a atividade de tradutor do idioma que inicialmente ignorava, ou redigindo textos literários nesse mesmo idioma.

Durante a aprendizagem, o modelo aqui resumido pressupõe a existência não de um aprendiz passivo que simplesmente recebe de fora para dentro tudo quanto deve ser ensinado e aprendido, mas de um aprendiz alerta, curioso, com propensões, propósitos, necessidades e alvos, que continuamente explora o mundo fora de si e lida com as representações mentais dentro de si: um aprendiz que testa e opera informações continuamente; que dispõe de operações mentais, programas, "scripts" e estratégias consolidados no seu sistema nervoso e é capaz de aprender (e utilizar) novos programas, "scripts", táticas, estratégias; que dispõe de redes e ninhos neurais nos quais os conhecimentos e habilidades aprendidos anteriormente funcionam como simples subsunçores ou "cabides" cognitivos, que facilitam

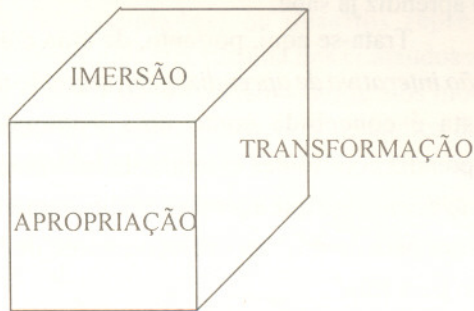
a assimilação de informações novas, novos conhecimentos - daí a clássica recomendação no sentido de que se ensine sempre a partir do que o aprendiz já sabe.

Trata-se aqui, portanto, de uma *concepção interativa de aprendizagem*, segundo a qual esta é concebida como uma *transação* do aprendiz com fontes externas de informação, e não como algo que acontece exclusivamente de "fora para dentro" ou exclusivamente de "dentro para fora".

A transação cognitiva aqui sublinhada envolve a mobilização de representações mentais existentes no sistema nervoso do aprendiz, quer de conhecimento declarativo, quer de conhecimento procedural; quer de natureza icônica, quer ecóica - particularmente sons, palavras faladas/ouvidas e escritas/lidas, e imagens; e supõe ainda um estado de coisas que, à medida que a aprendizagem progride, se traduz por rearticulações, revisões, alterações e transformações tanto deliberadas como não buscadas intencionalmente pelo aprendiz - um fenômeno particularmente notável nas sucessivas reelaborações de "mapas cognitivos" como as que ocorrem quando passamos a residir numa cidade inicialmente desconhecida para nós e que mapeamos com detalhamento, precisão, correções e acréscimos crescentes, ao longo dos anos.

Mais recentemente, o modelo aqui descrito foi acrescido de uma representação tridimensional que pretende possibilitar uma concepção de aprendizagem capaz de superar antagonismos e visões unilaterais comuns em nosso meio - geradores de conseqüências adversas, particularmente quando seus propugnadores adotam a postura de "nada mais, a não ser". Postura que, apesar de ser simplista, reducionista e diametralmente oposta ao estado atual do conhecimento científico neste domínio, chaga às vezes a ser imposta como "a verdade" unilateral e infalível. O modelo tridimensional, em contrapartida, é pluralista. Focaliza principalmente três modos pelos quais as

pessoas aprendem, tanto no contexto escolar como fora deste: por *apropriação*, por *imersão* e por *transformação*.



Representamo-lo como um cubo, para sublinhar que, assim como o cubo não subsiste sem as três dimensões, também a aprendizagem humana não se dá sem apropriação, imersão e transformação.

Aprender, particularmente no que respeita a conhecimento, é apropriar-se desse conhecimento.\* O domínio de um segundo idioma, dos conhecimentos de bioquímica, de trigonometria, de astronomia, de literatura brasileira, de geografia do Nordeste, de história dos descobrimentos, não se dá por magia, iluminação interior ou contato superficial com informações faladas, escritas ou articuladas em qualquer material de ensino. Demanda um processo ativo, articulado, persistente, atento às exigências de compreensão e retenção, a fim de que as informações relevantes se convertam em representações permanentes no repertório cognitivo do aprendiz.

Quando a aprendizagem é um processo orientado sistematicamente por alguém - o professor, o instrutor - a apropriação pode ser extraordinariamente facilitada por meio da otimização e organização seqüencial dos estímulos.

Essa otimização, no entanto, requer:

1. Especificação de características relevantes da população-alvo
2. Especificação de objetivos
3. Especificação de pré-requisitos

\* Ausubel prefere as denominações "aprendizagem significativa receptiva" e "assimilação do conhecimento" (v. Pfromm Netto, 1987, pp. 69-71).

4. Análise de cada objetivo, quer se trate de conhecimento declarativo (conceitual), quer de conhecimento procedural (cadeias motoras e/ou verbais), dando-se especial atenção a generalizações, discriminações, exemplos e contra-exemplos essenciais
5. Estabelecimento de seqüências ótimas de apropriação
6. Preparação e/ou seleção de materiais de ensino
7. Elaboração de teste de apropriação

Além disso, a otimização da aprendizagem por apropriação supõe que se leve em conta o que é sabido a respeito de motivação e reforçamento, causas do esquecimento e estratégias destinadas a facilitar e fortalecer a retenção, transferência da aprendizagem, diferenças individuais, estilos cognitivos etc.

Nem sempre os responsáveis pela condução da aprendizagem dos alunos no contexto escolar ou dos empregados no contexto de trabalho se dão conta de que o *locus* da aprendizagem pode contribuir decisivamente para o bom êxito desta, fazendo-a muito mais rica, flexível, consistente e duradoura.

Nos últimos trinta anos, o florescimento de uma psicologia ambiental atenta às maneiras pelas quais o ambiente físico influencia o comportamento e a mente das pessoas - notadamente no caso de "ambientes construídos", mas igualmente preocupada com os ambientes naturais -, fez com que se ampliasse significativamente a literatura teórica e de pesquisa sobre desenho e planejamento de ambientes para aprender, revitalizando, desta forma, contribuições antigas como as de Tolman sobre aprendizagem latente e aprendizagem de lugares e gerando fecundas parcerias de psicólogos com arquitetos e outros profissionais em programas de pesquisa e de aplicação na construção e decoração de escolas, bibliotecas, centros de treinamento, hospitais.

Dois bons pontos de partida, disponíveis em português, são os livros de Heimstra e McFarling (1978) e Lee (1977) e dezenas de

textos essenciais sobre os fundamentos da psicologia ambiental foram reunidos por Proshansky, Ittelson e Rivlin (1970). Uma contribuição fundamental encontra-se em Dale (1972).

Tanto as preocupações com a psicologia ambiental como desenvolvimentos ocorridos nos últimos vinte anos no contexto específico de ensino-aprendizagem destinado(a) a crianças e adolescentes traduzem-se pela segunda dimensão do nosso cubo: a aprendizagem por imersão.

Trata-se de uma dimensão ao mesmo tempo holística e ecológica da aprendizagem humana, que se traduz pela criação e manutenção de um ambiente gerador de envolvimento cognitivo, emocional e social muito mais estimulante, desafiador e enriquecedor do que as convencionais salas de aula com carteiras, mesa do professor, quadro negro, janelas, porta - e nada mais.

A riqueza de estímulos que envolvem o aprendiz, na aprendizagem por imersão, poderá ser apreciada quando se considera, por exemplo, a aprendizagem de um segundo idioma. Ao invés de se limitar à preleção e aos exercícios em classe, a aprendizagem por imersão demanda, neste caso, farto material audiovisual: cassetes de áudio, discos, videocassetes, programas por computador. Estão presentes livros de ficção e não-ficção, jornais, revistas, quadrinhos, folhetos, mapas, propaganda turística; materiais tridimensionais; letras de músicas populares; "scripts" de filmes, peças teatrais, vídeo; jogos e passatempos que demandam o uso do segundo idioma; receptor de televisão para a captação em tempo real de programas no segundo idioma, graças a antena parabólica; posteres, anúncios impressos, manuais de conversação de diferentes tipos e assim por diante.

O planejamento de ambientes especiais para ensino e aprendizagem de outras disciplinas pode igualmente ser feito com a mobilização (e constante atualização) de uma vastíssima gama de recursos graças aos quais é gerado um "habitat" de aprendizagem extrema-

mente envolvente, que se articula com as experiências de apropriação sistemática de conhecimentos. Desnecessário acrescentar que a aprendizagem por imersão significa uma reconsideração urgente, por outro lado, dos fundamentos da arquitetura escolar, que, no Brasil, regrediu de maneira gritante, nesta segunda metade do século, sob todos os aspectos, assim como das instalações, equipamentos, materiais e decoração escolares.

A terceira dimensão do cubo aponta para a aprendizagem por transformação. A ênfase aqui é posta no aprendiz que, longe de ser um simples depósito de informações congeladas, se posiciona como solucionador de problemas, inovador, flexível, inventivo, crítico, em busca de novos caminhos, novas estratégias, novos modos de encarar realidades, desafios e idéias.

Seres humanos não são simples máquinas de registrar conhecimento.

O processamento humano de informação é, em si mesmo, transformador por definição: representações mentais jamais são réplicas perfeitas ("imagens ao espelho") da realidade externa e, conforme foi acentuado anteriormente, aprender é sempre um processo de interação.

O paradoxo segundo o qual, a despeito de várias pessoas terem em mãos cópias exatamente iguais do mesmo romance, *não estão lendo o mesmo livro* exatamente da mesma forma, pois cada uma delas lê a obra de um modo absolutamente pessoal, com suas vivências, seus significados, suas compreensões da vida, das pessoas e do mundo que lhe são idiossincráticas, traduz bem o que se encontra nesta terceira dimensão: cada um de nós transforma o que lê, ouve, vê etc. de maneira pessoal, original, dentro de seu próprio sistema nervoso.

Além disso, a aprendizagem por transformação inclui os componentes de curiosidade, exploração, aventura, criatividade, solução de problemas e tomada de decisão, articulados com apropriações (declarativas/procedurais) disponíveis na memória a longo prazo e (ou) com "memórias auxiliares"

externas - o livro, a enciclopédia, a consulta a alguém, a observação, a experiência desencadeada pelo próprio indagador ou transformador.

Reduzir a aprendizagem proporcionada a crianças, adolescentes ou adultos apenas a uma das dimensões aqui referidas é empobrecer a aprendizagem humana. Pior que isso, é desarticulá-la de um mundo em transformação, é inadequá-la para os reclamos e desafios do futuro próximo ou distante. É obstaculizar a realização de uma vida plena e verdadeiramente digna de ser vivida. Aprender é apropriar, analisar, criticar, experimentar, fazer, "navegar", "ir em frente", aplicar, transformar.

A situação e o contexto da aprendizagem devem ser estimulantes, atrativos, significativos, articulados com a apropriação e o uso do conhecimento. Cada aprendiz é único, com suas necessidades e capacidades individuais, suas experiências anteriores, sua visão da vida e do mundo, suas facilidades e dificuldades.

Cada um de nós nasce seu nascimento, vive sua vida, morre sua morte, aprende sua aprendizagem.

Ninguém nasce, vive, morre ou aprende por nós.

Estamos presentemente trabalhando na PUCCAMP no sentido de traduzir o modelo tridimensional de aprendizagem aqui exposto às peculiaridades, desafios e características do ensino de matemática às crianças que frequentam escolas de primeiro grau, nas suas quatro primeiras séries. Esse trabalho teve início com uma revisão da literatura disponível a respeito do pensamento matemático das crianças, considerando o resultado de pesquisas científicas em várias áreas de conteúdo, como os precursores protoquantitativos de quantidade; adição e subtração nos anos pré-escolares; as estratégias inventadas pelas crianças para cálculo; os processos cognitivos subjacentes ao pensamento matemático da criança - modelos de compreensão, modelos de esquema, modelos de processos, modelos de estratégias, processos perceptivos, memória, compreensão e automa-

ticidade de procedimentos, solução de problemas, preparação, uso e interpretação de testes, padrões de erro dos alunos, sua descoberta e identificação de sua natureza, diagnóstico e superação de dificuldades. O enfoque adotado, neste caso, é declaradamente neo-cognitivo e privilegia a orientação do processamento humano de informação, ainda que não exclua outras concepções e modelos.

Ainda é cedo para desenvolver pormenorizadamente numa exposição como esta, nem o espaço aqui disponível permite, tudo quanto possa haver de relevante nesse encontro do modelo tridimensional da aprendizagem com o ensino e a aprendizagem de matemática no primeiro grau.

Mas talvez seja oportuno assinalar, à guisa de conclusão, que, coerentemente com o modelo aqui exposto, ensinar e aprender exige, primeiramente, não só que o professor saiba muito mais do que pretende ensinar, mas também que goste de ensinar e transmita claramente aos alunos esse gosto, o seu entusiasmo pelo ensino.

Ensinar e aprender requerem um professor pluralista, não fechado nesta ou naquela linha dogmática da teoria  $x$  ou proposta unilateral  $y$ , deste ou daquele "ismo" que está na moda, mas aberto a uma grande variedade de contribuições de múltipla procedência que o ajudem a ensinar e ajudem a criança a aprender.

Ensinar e aprender devem sempre significar compreensão, envolvimento do aprendiz, prática, constante "feedback" ao aluno, oportunidades de aplicação à vida real, ao mundo real, e empenhos não só no sentido de descoberta e aquisição, mas também no de manutenção dos conhecimentos num nível satisfatório, para garantir a retenção e impedir o esquecimento.

Ensinar e aprender não podem ocorrer ao sabor do acaso e da improvisação, mas requerem um programa bem estruturado, sistemático e seqüencial; esse programa deve ser estimulante e interessante para a criança; demanda freqüentes avaliações, que assegurem pro-

gresso contínuo; e deve levar em conta as diferenças individuais, sendo tão individualizado quanto possível encorajando hábitos de independência por parte dos aprendizes e envolvendo o emprego de uma larga variedade de métodos e materiais que, entre outras coisas, ajudem a ressaltar o uso funcional e deliberado dos conceitos e habilidade aprendidos (cfr. Jarolimek e Foster, 1985). Tudo isso requer professores versáteis, curiosos, sagazes, flexíveis, que gostem de crianças, gostem de aprender e gostem de ensinar.

## Referências

- BADDELEY, A. 1990. *Human memory: Theory and practice*. Boston: Allyn & Bacon.
- BRIGGS, L.J., GUSTAFSON, K.L., TILLMAN, M.H. 1991. *Instructional design*. Englewood Cliffs: Educational Technology Publications.
- BOWER, G.H., HILGARD, E.R. 1981. *Theories of learning*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- DALE, E. 1972. *Building a learning environment*. Bloomington: Phi Delta Kappa.
- GAGNÉ, R.M., DRISCOLL, M.P. 1988. *Essentials of learning for instruction*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- HEIMSTRA, N.W., MCFARLING, L.H. 1978. *Psicologia ambiental*. São Paulo: EPU/Edusp.
- HOUSTON, J.P. 1981. *Fundamentals of learning*. New York: Academic.
- HUNT, F. 1989. Cognitive science: definitions, status, and questions. *Annual Review of Psychology*, 40, 603-129.
- JAROLIMEK, J., FOSTER, C.D. 1985. *Teaching and learning in the elementary school*. New York: Macmillan.
- LEE, T. 1977. *Psicologia e meio ambiente*, Rio: Zahar.
- LINDSAY, P.H., NORMAN, D.A. 1977. *Human information processing*. New York: Academic.
- MUELLER, R.J. 1992. *Instructional psychology*. Champaign: Stipes.
- NORMAN, D.A. 1982. *Learning and memory*. New York: Freeman.
- ORMROD, J.E. 1990. *Human learning: Principles, theories and educational applications*. Columbus: Merrill.
- PFROMM NETTO, S. 1987. *Psicologia da aprendizagem e do ensino*. São Paulo: EPU.
- PROSHANSKY, H.M., ITTELSON, W.H., RIVLIN, L.G., ed. 1970. *Environmental psychology: Man and his physical setting*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- SAHAKIAN, W.S. 1980. *Aprendizagem - Sistemas, modelos e teorias*. Rio: Interamericana.
- SCHUNK, D.H. 1991. *Learning theories: An educational perspective*. New York: Merrill.
- SCHWARTZ, B., REISBERG, D. 1991. *Learning and memory*. New York: Norton.
- SIMON, H.A. 1990. Invariants of human behavior. *Annual Review of Psychology*, 41, 1-19.
- WINGFIELD, A. 1979. *Human learning and memory: An introduction*. New York: Harper & Row.